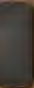



6
7\0
16



R. P. CLAUDII FRANCISCI

MILLIET

DECHALES

CAMBERIENSIS

E' SOCIETATE JESU



CURSUS

SEU

MUNDUS MATHEMATICUS.

TOMUS TERTIUS

COMPLECTENS ARCHITECTURAM MILITAREM, HYDROSTATICAM, Tractatus de Fontibus & Fluviis, de Machinis Hydraulicis, & de Navigatione, Opticam, Perspectivam, Catoptricam, & Dioptricam.

Editio altera ex Manuscriptis Authoris aucta & emendata, operâ & studio R.P. AMATI VARCIN ejusdem Societatis.



LUGDUNI,

Apud ANISSONIOS, JOAN. POSUEL & CLAUD. RIGAUD.

M. DC. LXXXX.

CUM PRIVILEGIO REGIS.





INDEX
TRACTATUUM, LIBRORUM, & Propositionum, quæ in Tomo tertio continentur.

TRACTATUS XV.
ARCHITECTURA MILITARIS.

LIBER PRIMUS.

Principia universalia Architecturæ Militaris.

Tom. III. á ij 43. Metho

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER II.

De munitionibus regularibus.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER III.

De operibus externis.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER IV.

De munitionibus irregularibus.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

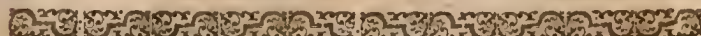
LIBER V.

De operibus ad impugnandas urbes neceſſariis.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER VI.

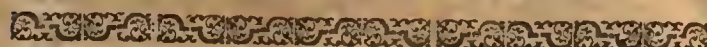
Defensio.



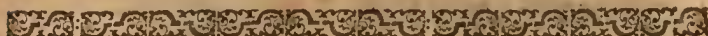
TRACTATUS XVI.

HYDROSTATICA.

38. Figura



TRACTATUS XVII.
DE FONTIBUS NATURALIBUS, ET FLUMINIBUS.



TRACTATUS XVIII.
DE MACHINIS HYDRAULICIS.

TRACTA

TRACTATUS XIX.

ARS NAVIGANDI.

DE NAVIGATIONE LIBER I.

Notiones universales.

DE NAVIGATIONE LIBER II.

Principia Astronomica navigationi peragendæ accommodata.

Methodus observandæ syderum altitudinis in mari, &c.

DE NAVIGATIONE

LIBER III.

De Pixide magneticâ.

DE NAVIGATIONE

LIBER IV.

De Loxodromiis.

DE NAVIGATIONE
LIBER V.

De mappis hydrographicis & directione navigationis geometricâ.

DE NAVIGATIONE
LIBER VII.

De æstimatione itineris per observationes latitudinis correctâ.

DE NAVIGATIONE

LIBER VII.

Variæ praxes nauticis perutiles, & de æstu maris.

TRACTATUS XX.

OPTICA

OPTICÆ

LIBER I.

Suppositiones de visione in communi.

OPTICÆ

LIBER II.

De visione duorum oculorum.

quæ

OPTICÆ

LIBER III.

De propagatione luminis.

TRACTATUS XXI.

PERSPECTIVA SEU DE RADIO DIRECTO.

LIBER I.

Fundamenta Perspectivæ.

PERSPECTIVÆ

LIBER II.

Ichnographia prjoecta.

10. *Pavimen*

PERSPECTIVÆ.

LIBER III.

Scenographia.

PERSPECTIVÆ

LIBER IV.

De punctis accidentalibus, & corporum quomodocumque inclinatorum apparentiis.

TRACTATUS XXII.

CATOPTRICA,

SEU DE RADIO REFLEXO.

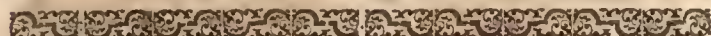
CATOPTRICÆ

LIBER II.

De speculis convexis.

CATOPTRICÆ

LIBER III.



TRACTATUS XXII.

DIOPTRICA,

SEU DE RADIO REFRACTO.



DIOPTRICA.

LIBER I.

De refractione & specillis separatis.

DIOPTRICES

LIBER II.

Variæ specillorum combinationes

64. Imagines

DISGRESSIO MECHANICA

Methodus elaborandorum ſpecillorum.

DIOPTRICES.

LIBER III.

De loco imaginis, & refractionibus coloratis.

SUPPOSITIO

Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

De Iride. 748

TRACTA



TRACTATUS XV.

ARCHITECTVRA MILITARIS.

QVAMVIS tot jam in lucem prodierint, Architecturæ Militaris tractatus, à doctissimis, peritissimisque Architectis elucubrati, qui Theoriam praxi adjungentes, periculum facere potuerunt, an benè cogitata, belli eventibus responderent; atque ex alia parte status hic meus, utpote religiosus ab his materiis pertractandis videatur alienior. Ne tamen Cursus hic noster mathematicus, in hac parte, quæ à multis inter præcipuas recensetur deficiat, instituendus fuit hic tractatus. Alienis experientiis fidendum erit, ordinem tamen scientiæ, qui in plerisque authoribus nullus est, de meo adjiciam, perspicuitatemque quam potero maximam affundam; Principia quidem non omnino mathematica, sed mixta, & ex machinis bellicis præcipuè verò hodiernis petita advocabo, & ad certa axiomata, præcipuasque propositiones totam hanc doctrinam reducam. Hunc tractatum in sex libros partior.

Primus, sola tradet munitionum principia universalia,

Secundus, munimentorum regularium doctrinam proponet.

Tertius, opera externa adjunget.

Quartus, urbes irregulares muniet.

Quintus, impugnationem, castrametationem continebit.

Sextus denique, repugnationem, seu defensionem complectetur.

Authores qui de hac materia egerunt recentiores sunt, cum hæc muniendi methodus, cum tormentis bellicis, & pulvere pyrio nata sit.

LIBER PRIMVS

Principia universalia Architecturæ militaris.

DVO hic liber continet; definitiones, seu partium tam ichnographicarum, quàm scenographicarum nomenclationes, Propositiones item universales quæ deinceps loco axiomatum, assumentur, quibus reliqua in discursu demonstrentur.

DEFINITIO I.

Architecturæ militaris munus, in loci alicujus partibus, ita ritè disponendis versatur, ut pauci multis obsistere, potiorique conditione repugnare possint. Ex qua definitione primò constat, eam inter architecturæ partes recensendam, cum certo ordine munimenta dirigat; secundò oppugnatoriam complecti, cum certis operibus obsessores tegat.

Urbes, & Castella, aut natura, & situ, validæ sunt, aut id habent ab arte, & nonnunquam ab utraque: præruptis cautibus, mari, fluminibus, paludibus sæpe loca suapte natura muniuntur,

Ars muros, & valla pro rupibus substituit, pro mari, & fluminibus, fossas adhibet; hæ tamen omnes circumstantiæ magni sunt in hac materia momenti.

2 Munimentum, aut munitio, *Place*, locus est cujus partes ita disponuntur, ut se invicem non tantum directè, sed etiam obliquè defendant, hoc est ita ut præter defensionem directam, quâ hostem à fronte impetunt, obliquè, & à tergo eundem videant, si vicinas partes adoriatur. Sic in prima figura propugnacula A & B, murum AB tutantur.

3 Urbs, *Ville*, est ædium, & domorum numerus satis magnus, mænibus cinctus, & plerumque nonnullis turribus munitus.

4 Castellum, *Château*, est munitio parva mœnibus cincta, & secundùm antiquam methodum Turribus defensa.

5 Arx, *Citadelle*, est munitio Urbi addita, aut ad eius tutelam, aut continendos cives in officio.

6 Reductus, *Reduit*, pro loco peculiariter munito sumitur.

7 Munitiuncula, *Fortin*, *Fort de campagne*, est parva munitio, cujus scilicet anguli defensi, seu propugnaculorum apices minùs quàm 120 exapedis inter se distant.

8 Munitio, *Place forte*, est locus vallo, & propugnaculis ritè defensus.

9 Munitio regularis, *Place reguliere*, angulos, & latera habet æqualia quæ communiter ex angulorum numero appellationem habet ita Pentagona, vocamus eam, quæ quinque angulos habet, & consequenter quinque propugnacula, exagona sex, eptagona septem, octogona octo, enneagona novem, decagona decem, endecagona undecim, dodecagona duodecim, quadrata quatuor, triangula tria.

10 Munitio irregularis, angulos, & latera habet inæqualia.

Partes munitionis secundùm recentiorem methodum extructæ sunt cortina, & propugnaculum.

11 Propugnaculum, *Bastion*, *Boulevart*, est moles pentagona exterius hostibus objecta, & munitioni secundùm unum latus adhærens; addidi has voces *munitioni adhærens*, qui à si à præcipua munitione distaret, etiam iisdem partibus constaret, non propugnaculum, sed parmula, *Ravelin*, dicetur.

12 Cortina, corda, *la courtine*, est murus, seu vallum *le rempart* inter duo propugnacula interjectum ut CD. *Vide* 5. *fig.*

13 Facies propugnaculi, *les faces*, *ou pans du bastion*, sunt duo ejus latera angulum ejus externum, seu hostibus objectum comprehendentia ut EF, FG. *Vide* 5. *fig.*

14 Ala, *le flanc*, conjungit faciem propugnaculi cum cortina, ut CG, HE. *Vide eandem figuram.*

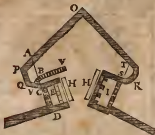
15 Collum, *la gorge*, est propugnaculi aditus, ut CH. *Vide eandem figuram.*

Diligenter autem notandæ sunt istæ partes in quibus omnis munitio posita videtur, nempe cortina, alæ, facies, *Courtine*, *flancs & faces.*

16. Humerus propugnaculi, *l'espaule d'un bastion*, est pars propugnaculi, faciei adhærens, quæ humeri nomen sortitur, dum in lineas rectas

flectitur

flectitur, seu cum polygona est, ut APqC quæ

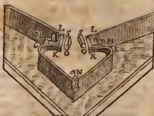


tegit tormentorum bellicorum, stationem E.

17 Auricula, *orillon* eadem est pars, in orbem seu circulum efformata ut TRS, quæ pariter tormentorum bellicorum suggestum I protegit. *Vide eandem figuram.*

18 Ala tecta, *flanc couvert* est alæ pars, quæ tegitur humero, aut auricula nempe tormentorum bellicorum suggesta E aut I. *Vide eandem fig.*

19 Suggestum superius, suggestum inferius, *place haute* OS, *place basse* M, in quibus collo-



cantur tormenta bellica. Hæ stationes ita disponuntur ut superior sit post inferiorem. Aliàs superior inferiori directè imminebat ope fornicis, seu testudinis, cui imponebatur, unde inferior, caza armata dicebatur *cazematte*. Hæc tamen dispositio modò communiter ut noxia rejicitur, eò quòd inferior post primas tormentorum explosiones propter fumum inutilis reddatur, fornices verò tormentorum globis verberati, facilè disjiciantur, & utramque inutilem reddant.

20 Specula, *guerite*, *eschauguette*, est turricu-





la, quæ communiter apici propugnaculi imponitur, ut ibi speculator excubias agat.

21 Ichnographia est horizontalis munitionis descriptio, *le plan d'une fortification*, cum operosum sit promicentes & solidas exhibere descri-

ptiones eorum quæ in mente habemus, ichnographiam, plantam, seu fundamentorum vestigia proponimus, quibus imponendi sunt muri. Ut si munimentum excitandum sit ejus ambitum delineo ut egestâ humo à fundamentis incipiam: quod ut exactius perficiatur in charta eandem plantam describo, quam ichnographiam seu sectionem horizontalem nominamus, quasi totum monimentum solo esset æquatum, solaque ejus restarent fundamentorum vestigia.

Ichnographicæ voces.

22 Semicollum, *la demigorge*, est linea, à medio propugnaculi aditu, ad cortinæ & alæ con-



cursum ducta ut AI, atque ita communiter, duo semicolla non jacent in directum, sed polygoni interioris angulum AIF comprehendunt.

23 Capitalis, *la capitale*, ducitur à concursu semicollorum, ad apicem propugnaculi, & producta in centrum munimenti incurrit, ut CI.

24 Linea defensionis stringens, *la ligne de defense razante*, ducitur secundùm faciem propugnaculi, ad aliquod cortinæ punctum ut CBL.

25. Linea defensionis figens, *ligne de defense fichante*, angulum cum facie comprehendit, protenditurque ad concursum alæ, cum cortina ut SH, vocatur figens eò quòd glandes plumbeæ, ab ala emissæ in faciem infigantur, atque adeo hostem à tergo impetant. Hæc linea figens in omni monimento locum non habet, sæpe enim linea stringens in concursum alæ & cortinæ incidit ut CBL. Ala pariter dicitur figens, aut stringens prout defensionem stringentem, aut radentem habet.

26 Ala cortinæ, seu Ala secunda, *le flanc de la courtine*, *ou le feu de la courtine*, *le second flanc*, est pars cortinæ inter lineas defensionis comprehensa ut HK. Vocatur autem ala eò quòd alæ officio fungatur; sicut enim ala arcet hostes à facie, ita hæc secunda ala eosdem impetit, commune

mune est effatum, ita detorquendas esse propugnaculorum facies, ut hæc secunda ala maxima evadat, quod communiter Gallicè dicimus *il faut prendre le plus de feu qu'on peut sur la courtine.*

27 Polygonum interius est munitionis circuitus, interius, seu intra propugnacula sumptus ut EIG. *Vide 3.fig.*

28 Polygonum exterius, est munitionis ambitus, propugnacula complectens; ut SO.... hi duo circuitus concentrici sunt.

29 Latus munimenti idem est ac latus polygoni interni, componiturque ex cortina, & ex duobus semicollis ut LL

30 Datur & latus exterius, nempè linea connectens duos propugnaculorum Apices ut C.... Vocatur etiam polygonorum distantia.

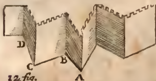
31 Radius seu semidiameter minor, ducitur à centro munimēti ad propugnaculi ingressū ut MI.

32 Major semidiameter à centro ad apicem propugnaculi ducitur, ut MC.

33 Polygonorum distantia eadem est ac distantia utriusque lateris.

Anguli ichnographici.

34 Angulus externus, *angle saillant* ad hostes protenditur ut BCD.



35 Angulus internus; *angle rentrant*, ad interna procedit, apicemque ad centrum obvertit ut ABC.

36 Angulus centri, *l'angle du centre*, à duabus semidiametris, aut capitalibus productis in centro munitionis comprehenditur, ut I.MI.

Angulus Polygoni, aut circumferentiæ à duobus munitionis lateribus formatur ut L I G. *Vide tertiam figuram, quâ definitiones sequentes explicantur.*

37 Angulus defensus, seu propugnaculi, *l'angle flanqué*, à duabus propugnaculi faciebus formatur ut BCD, ita communiter vocatur, quia lateraliter eos impetimus, qui talem angulum impugnant.

38 Angulus defendens interior, *l'angle flanquant interieur*, à stringente & cortina comprehenditur ut BEA.



39 Angulus defendens exterior, *l'angle flanquant exterieur* à duabus stringentibus comprehenditur ut BTV. Vocatur item angulus forcipis. Si enim duæ facies ad concursum producantur, habetur forcipula.

40 Angulus determinans alam, *l'angle formeflanc*, ab Hollandis communiter adhibetur, ad constituendam alam, ut ELV.

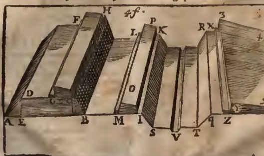
41 Angulus humeri, *l'angle de l'épaule*, ab facie, & ala comprehenditur ut ABC.

42 Angulus imminutus, *l'angle diminué*, à facie propugnaculi, & latere externo comprehenditur ut.

43 Platea militum, *place d'arme*, in medio munitionis posita est, cogendisque militibus, ordinandis, & ad stationes mittendis destinatur ut M.

44 Fossa munitionem ambit undique ejus acclivitas interior, quæ nempe ad interna munitionis spectat, *scarpe* nuncupatur. Quæ vergit ad exteriora, *contrescarpe*.

Definititiones seu voces orthographicæ.



45 Vallum *le rempart* est moles totam munitionem ambiens hæc nonnumquam sola humo aggesta

aggesta constat, satius tamen lateritio, aut lapideo muro vestitur, qui indusii nomen babet *chemise*. Hæc moles tormentis bellicis resistere debet, ut ABCD.

46 Ejus aclivitas interna AD *le talud interieur*, lenis est, ut facilem militibus ascensum præbeat, ideoque ejus altitudo DE, latiduni AE, æquabitur.

47 Statio vallaris *le terreplein du rempart* DF, horizontalis erit, ur in ea tormenta bellica collocentur, & milites in ea sua munia exerceant.

48 Lorica valli, seu ut vocant lorica Regia, *le parapet Royal* mole constat, quam globus majoris tormenti non pervadat, ut pote duabus, aut tribus exapedis crassa; ejus basis CG, duas item acclivitates habet, summò superior ejus superficies nonnihil aclivis esse debet.

49 Ejus suppedaneum G, *la Banquette*, uno aut altero gradu constat, ut milites attollantur supra loricam, & Selopos suos in hostem explodant.

50 Excubiarum via, *le chemin des rondes*, duobus circiter pedibus lata, loricam vallarem exterius ambit, ut CH.

51 Lorica viæ excubiarum, *le parapet du chemin des rondes*, sclopis majoribus resistit, *à l'épreuve du mousquet*.

52 Margo promuralis, *la berme*, *le relais*, lata semiexapeda, dissilientes ex loricæ, aut valli ruinis rudera excipit, ne in fossam cadant.

53 Statio promuralis, *la fausse braye* est vallum humilius, constat autem simplici statione BL, & lorica OP, hæc statio promuralis in multis munimentis nulla est.

54 Fossa IQRK, nonnunquam sicca est, nonnunquam aquis plena IS, ejus aclivitas interior, *scarpe*, QT ejus acclivitas exterior, *contrescarpe*.

55 Cupula, *cuvette*, V, fossa minor in majori, ad derivandas in unum locum aquas.

56 Via tecta QX, *chemin couvert corydor*, fossam undiquæ ambit.

57 Lorica viæ tectæ, *parapet du chemin couvert* 3 Y.

58 Suppedaneum loricæ XZ, *la banquette du chemin couvert*.

59 Acclivitas loricæ, quæ in planitiem agri suburbani desinit, 34 SY. Hæ omnes partes munimentum undique ambiunt, nisi quod plerumque propugnacula pro simplici vallo, plena sunt opera item externa suo vallo, lorica & fossa muniuntur, viam tamen tectam cum munitione principali communem babent.

Definitiones & voces operum externorum.

Explicatis quasi essentialibus, cujuscumque munitionis partibus, ad exteriores seu accidentales gradum facio, quales sunt parmulæ *les ravelins*, cassides seu lunulæ, *les demilunes*, cornuta, *les ouvrages à corne*, coronata, *les ouvrages à couronnes* forcipulæ simplices, & duplices, *les simples, & doubles tenailles* quæ opera vel ad longius removendum hostem pertinent, vel ad præoccupanda loca, quæ arci possent officere. *Vide 2. fig. pag. 2.*

60 Parmula, *un ravelin* ut modo sumitur, est moles ut plurimum trilatera à reliqua munitione separata, ultra fossam cortinæ objecta, duabus ut plurimùm faciebus constans 30, aut 40 exapedarum. Si enim spectetur prima hujus vocis acceptio, qualem in Italicis Scriptoribus, à quibus ferè omnes hujus artis appellationes desumpsimus, *ravelino* propugnaculum planum significat, quale lineæ rectæ imponimus, *un bastion plat*, ut 8. Eadem figura sequentes definitiones explicantur. *Vid. fig. def.* 38.

61 Lunulæ seu cassides, *les demilunes*, sunt pariter moles trilateræ angulo propugnaculi ultra fossam objectæ ut 3. Ita vocatæ quod ea parte; fossa in orbem flectatur; lunulæque similitudinem aliquam referat. Sæpè tamen etiam parmulæ, lunularum appellationem habent. Ita ut *le ravelin, & la demilune*, confundantor. Sed quæstio est de voce.

62 Popugnaculi exterius vallum, *contregarde, conserve*, moles sunt pariter angulares, vallo & lorica constantes parallelo faciei propugnaculi, ultra fossam constitutæ ut 5. Differunt à lunulis, quod propugnaculum ex parte ambiant.

63 Cornuta sunt moles ultra fossam positæ duobus lateribus, ut plurimum ad cortinam perpendiculariter incidentibus, & duobus dimidiatis propugnaculis cum una cortina ut 6. Cum cornutorum latera longiora sunt quam ot ex principali vallo defendantur, iis addantur humeri à quibus suam defensionem hauriant. Cortinis cornutorum, sicut & coronatorum nonnunquam adduntur parmulæ, *des petits ravelins*.

Opera item coronata, *les ouvrages à Couronne*, duobus pariter lateribus non parallelis, sed ut plurimum divergentibus constant, duobus item semipropugnaculis, uno saltem Integro, & duabus Cortinis, ultra fossam ut plurimùm angulo propugnaculi objiciuntur. Latera cornutorum ferè semper parallela sunt; nonnunquam tamen divergunt.

64 Forcipes, *les tenailles*, pro cornutis substituuntur, lateribusque constant similibus, sed loco semipropugnaculorum, & cortinæ, in angulum Internum efformantur, ut A in figura quinta, aliquando forcipum latera divergunt, & tunc formam habent caudæ hirundinis, *à queue d'aronde*. Nonnunquam convergunt, *à contrequeue d'aronde*.



65 Forcipes duplices, duplicem habent angulum internum, & pro coronato substituuntur ut B. *in fig.* 1.

Hæc opera externa solo agri suburbani altiora sunt, suoque vallo, & lorica humiliori tamen, & fossa particulari muniuntur.

66 Propugnacula plana, lineæ rectæ, non angulo imponuntur, ideoque in iis lineæ semicolli in directum jacent ut 8. Irregularibus munitionibus inserviunt, quoties scilicet latus urbis longius occurrit, quod propterea in plures cortinas dividendum est. *Vide fig.* x.

67 Anfractus, *Redans*, est anfractuosum vallum, quod propugnaculis munire nolumus, eò quòd propter fluvium, aut mare satis firmum videatur *ut* 9. *fig*.2.

68 Humeti, *Espaulements*, sunt anfractus ad angulos rectos efformatus *ut* 10. *fig*.3.

65 Propugnacula duplicia, *les Bastions doubles*, sunt duo propugnacula quorum unum ab alio ambitur, quæ in locis editioribus adhibentur, *ut* 11. *fig*.3.

70 Semipropugnacula conjuncta, *les demi-bastions accollez*, duo habent semiptopugnacula in angulum internum, ut 12 ejusdem figuræ, hoc angulo acuto muniendo aptantur.

71 Suggestum, *un cavalier*, est moles supra

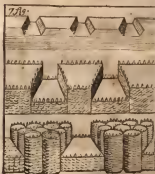


vallum eminens, in qua tormenta bellica collocantur, hoc nomine, *cavalier*, dicta, quod loricam valli tantum superet, quantum eques pedite altior est.

72 Aggesta moles, *Plateforme*, in angulo externo construitur.

Definitiones variarum rerum ad munitiones pertinentium.

72 Tormentorum fenestræ, *les Embrasures*, in



quibus statuuntur tormenta bellica, ut in hostem dirigantur, *ut in secunda parte figura.*

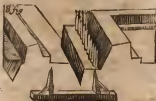
74 Pinna, *Merlon, Treneau*, inter duas fenstras interjacet, *ut in prima.*

75 Muri corona, *Cordon*, series quadrariorum lapidum, secundum basin loricæ extensa.

76 Cataracta, crates, occa, *Herse Sarrasine*, cancellis validis constantes fores, & suspensæ, quæ dum subitus hostium instar metus demittuntur, ut adytum intercludant.

77 Organa, *les Orgues*, ex separatis componitur trabibus, similiter suspensis.

78 Vaccerræ, *une Palissade*, longioribus palis



continuaque trabe revinctis constans vallum. Si pali fuerint horizontales dicetur, *frese*.

79 Repagula brevioribus, & minus crebris constant palis, *barrieres*.

80 Hirsuta trabes, longioribus acuminibus asperata ad præcludendum aditum, *Cheval de Frise*.

81 Candelabra, *Chandeliers*, sunt fascium, & ramorum sustentacula. *Vid. fig. def.* 78.

82 Poternæ, cœcæ fores, postes à tergo, *fausse porte*.

83 Pons ductarius, *Pont-Levis à bacule, ou à fleche*.

84 Anticuniculi, *contre mines*, sunt fornices identidem aperti, secundùm vallum protensia quibus hostium cuniculos irritos reddimus.

85 Putei ad idem præstandum, *Caseanes*.

86 Murex tribulus, *Chasse trape*.

87 Viminea corbita, humo farta ad retundendos tormentorum globos, *Gabions*. *Vid.* 3. *fig*. 72. *superius*.

88 Lapideus aut lateritius valli murus, *la Chemise*.

89 Locus alteri dominari dicitur si eo novem pedes altior fuerit.



PROPOSITIO I.

De progressu munitionum.

Ordo scientiæ postulat, ut traditis definitionibus, explicatisque vocibus usurpandis in decursu, nonnulla proponamus axiomata, ex quibus conclusiones nostras scientificè deducamus. Ut autem melius horum axiomatum veritas elucescat, finis bujus scientiæ initio propositus revocandus est, qui nempe partes munitionis ita digerendas proponit, ut pauci multis obsistant, potiorique conditione repugnent, quæ omnia ut exequamur diligentius munitionum progressum oculis subjiciendum censuimus.

Initio quidem munimentis simplicibus, & ab iis non multùm abhorrentibus quæ natura constituit, urbès cingebantur, nempe muris continuis, nullibi interruptis, nulla mole in hostes erumpente. Eorum crassities tanta erat, ut in iis milites consisterent, ex quibus duo sequebantur commoda: Primum, quod ex superiori loco dimicarent cives, secundum quod hostium impetum sisterent, quibus vel murus scalis superandus erat, vel suffossione disjiciendus. Duplex harum munitionum defectus ultro se prodit. Proponebantur enim cives in superiori loco, quasi signa telis petenda,

tenda, qui quamvis adventanti hosti, & longius posito nocerent, vicino tamen muris ipsis protegentibus nihil damni inferrent.

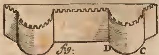
His incommodis duplici via occursum est, primo lorica muro addita est variis locis aperta, hoc est non continua sed pinnis alternatim instructa, jaculatoriæ item fenestræ in muro constructæ sunt, quibus variè peterentur hostes. Additæ sunt & speculæ, ex quibus obtuerentur lapidibus; sed cum hæc jacula sint imbellia, quorum ictus facilè retundantur, ad defensiones obliquas confugiendum fuit.

Ex his enim incommodis facilè concluditur solam defensionem directam non sufficere, maximéque totam eam esse munitionis speciem, quæ hostem directè, obliquè, & à tergo petendum proponerent. Quare Turres muris additæ sunt, quæ murum defenderent. Et primo quidem turres quadratæ constructæ sunt, obverso ad hostes uno



earum latere ut *in figura A B* intueri licet, quæ dispositio in eo deficit, quod latus AB, defensione obliqua careat, & tam facilè expugnetur quam simplex murus turribus carens.

Rotundæ turres aptiores visæ sunt; primò quia spatium ante turrim defensione obliqua destitutum



videbatur minus esse, nulliusque momenti, secundo quia lapides quadrarii quibus constant, in cuneum efformati, melius inter se coeunt dum ariete impetuntur, nempe machina, his temporibus maximè in usu.

Nonnulli aliter quadratis turribus muros instruxerunt nempe obverso ad hostes uno earum angulo, ut in EF, ex qua dispositione id emolumenti consequimur, ut latera muro adjacenti a omnino lateant licet eum obliquè defendant: Ex his turribus ortum habere videntur propugnacula, cum antiqua methodus alas ad faciem perpendiculares exhibeat, & propugnaculum omnino quadratum efficiat. *Vide 11. fig.*

Hæc munitionum species diu fuit usurpata, diutiusque perdurasset, nisi tormenta bellica, quæ nos ad opponendas moles solidiores, & crassiores adegerunt, mutationem suasisset. Quare turres ut minus solidas rejicimus, earumque loco propugnacula similis penè figuræ substituimus. Moles rotundas hosti non objicimus, quippe quæ spatium aliquod indefensum relinquant, quod multò magis nobis vitandum est quam antiquis, ne fossori detur locus, qui intra breve tempus subjecto pulvere pyrio labem inferret. Adde quod rotunda corpora ex omni parte perpendiculariter impugnantur, atque adeo ab hostilibus tormentis facilè etiam remotis ab reliquis munimentis, quatientur.

Angulosam igitur molem objicimus, ut hostiles ictus obliquè incidant, sintque propterea invalidi, aut si perpendiculares evadant, hostiles machinæ opposito propugnaculo, obliquè & etiam à tergo petendæ admoveantur. Secundò moles magnas opponimus, ut tormentorum bellicorum impetum ferant, unde simplicem murum non excitamus, sed aggesta humo illum toboramus, tum ut plures in iis propugnatores collocemus, unde satius semper ducimus pauciora extruere propugnacula, sed majora, quam plura, & minora. Denique cum hosti sit facilius propugnacula impugnare, utpote magis exposita, minusque defensa, quam cortinam utroque tectam propugnaculo, ea satis ampla fieri oportuit, ut plurium propugnatorum, & rescissionis fierent capacia, si fortè labe inflicta ab hostibus insiderentur.

PROPOSITIO II.

Nullus sit in munitione locus, qui ex pluribus stationibus videri, & telis obsessorum defendi non possit.

Hoc propositio apud omnes vicem axiomatis in hac materia præcipuè locum obtinet, cui nempe ars muniendi innititur.

Demonstratio. Si enim detur aliquis locus defensione obliqua destitutus, impunè poterit ab hostibus occupari, & cuniculo subversus viam iis aperiet atque adeo sine dispendio, & statim assequetur, quod magnis expensis, vix ac ne vix quidem consequeretur, si omnia ritè defensa forent. Ideo enim loricas cæterasque defensiones tormentis quatit, & disjicit, ut impunè ad vallum adrepat & fossorem adhibeat, qui cuniculum intra paucos dies perficiat. Unde propugnaculorum apices orbiculares, licet fortiores rejicimus, ne pars magni alioquin momenti obliqua defensione careat: Quare concludimus hunc defectum directè fieri hujus artis opponi, quæ munitionis partes ita dirigendas suscipit, ut aggressorem, à fronte, à lateribus, & si fieri potest à tergo impetendum proponat.

PROPOSITIO III.

Defensio brevior, obliquior, & multiplex certior est.

Satis notum est per se, ex majori intervallo emissas glandes, imbecilliorem & incertiorem ictum efficere, ergo cæteris paribus defensio brevior longiori præferenda est.

Addo obliquiorem, eam nempe, quæ à directa magis recedens hostem, à lateribus, aut à tergo impetit, alteri minus obliquæ anteponendam esse: Ictus enim laterales minus caveri possunt quam qui à fronte, illum petunt, minus adhuc prævidentur quam qui à tergo invadunt; ergo obliquior defensio certior est.

Denique multiplicata defensio, simplici anteponitur, hoc est ea pars munitionis melius defenditur, quæ ex pluribus locis stationibus videtur. Ut autem omnia ritè procedant, omnes munitionis partes, ita sunt disponendæ, ut sibi mutuo opem ferant; nullaque sit quæ simul non defendatur, atque adeo, & sibi & aliis ut ilis.

PROPO

PROPOSITIO IV.

Maxima linea defensionis majoris sclopi jactum ne superet.

Linearum defensionis longitudo, ad jactum machinarum, quibus utimur ad arcendos hostes exigitur. Ita antiqui qui sagittis, & arcubus utebantur, frequentissimas turres excitabant; quamvis autem majores sclopos, & tormenta curulia adhibeamus; dico tamen majorum tantum sclopotum rationem habendam esse, ita ut ea pars quæ longius distat ab ea statione ex qua suam defensionem haurit, pro non desensa habeatur.

Defensio debet esse facilis, expedita, certa, & sine maximis expensis, sed defensio petita à majori sclopo, has habet conditiones, quibus caret, quæ tormentis curulibus peragitur; ergo hæc prima potius spectari debet: Major videtur certa, si enim defensio sit difficilis cum maxima difficultate hostis arcebitur; nisi fuerit expedita, tempus accedendi, & se tegendi inveniet, si incerta, incerti erunt ictus, atque adeo forsitan aberrabimus, si expensæ fuerint majores, forsan iis erimus impares.

Secunda pars facilè suadetur. Tormenta enim curulia nimis multa requirunt ot pulvere & globo instruantur, aut in hostes dirigantur, tarò admodum explodunmt. & incertos habent ictus; unde si res tormento bellico ageretur, lubenter aggressor nonnullos ex suis exponeret, ut primo congressu stationem ad muros collocatet. Quia certum est paucos admodum, solosque ut vocant infœlices ictu majoris bombardæ interire, & solos ignavos terreri.

At verò major sclopus seu mosqueta, nec tantum requirit apparatum, certiusque & crebrius ferit, multoque plures haberi possunt.

COROLLARIUM.

Quandoquidem omnes ferè in eo consentiunt, quod jactus horizontalis & certus majoris sclopi non multum ultra 120 exapedas se extendat, quamvis si attollatur ulterius prodocatur, sed sine ea certitudine quæ requiritur, linea quæ 120 exapedas, nimis longa censebitur, quam ut sit linea defensionis & consequenter quæcumque pars munitionis, magis distabit ab ea statione, ex qua suam defensionem obliquam haurit, quam 120 exapedis, seu 720 pedibus Rynlandicis, prò non defensa habebitur. Possumus tamen uti pede Parisiensi, quamvis quatuor lineis longiori, immutato pedum numero, sic enim exurgent 122 exapedæ Rynlandicæ. Nonnulli hanc lineam nonnihil longiorem assumunt, nempe 130, & etiam 140 exapedarum. Alii ut ulterius eam provehant longioribus & majoribus sclopis alas instruunt.

Neque vero quis objicere potest nonnunquam occisos fuisse milites, ad mille, & etiam ad mille ducentos passus, id enim fortuitò accidisse dicendum est, sclopo altius directo. Certum est enim quamlibet machinam, ad angulum semirectum elevatam jactum habere decuplum horizontalis, seu directi.

Ab hac maxime defensionis longitudine, singularum partium munitionis mensuras determinabimus.

PROPOSITIO V.

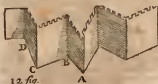
Nullum punctum lineæ rectæ, partem ullam ejusdem lineæ obliquè defendit.

Suppono vallum in lineam rectam exteosum. Dico ex nulla statione illius valli posse obliquè defendi aliam quamcumque partem ejusdem valli, ita ut si ad illam hostis accedat propius, non possit ad latera impugnari.

Demonstratio. Ut obliquè petatur hostis, debet sclopus in eum dirigi; sed qui stat in vallo, non potest sclopum dirigere, in hostem ad pedem ejusdem valli positum, quin & sclopum ultra vallum statuat, ipseque medio, saltem corpore appareat, id autem præstare non potest sine periculo, ut præceps ruat, aut hostium telis trajiciatur; ergo si aliqua pars munitionis nullam defensionem habeat, nisi à vallo cujus est pars, ut non defensa censenda est. Præcipuè si vallum altius fuerit, suaque altitudine hostem tegat.

PROPOSITIO VI.

Simplex angulus internus ad munitionem constituendam s. fficit.



Munitionem angulis internis constantem, seu stellulam A B C propono, in qua videntur lineæ AB, BC se invicem obliquè defendere, dico hanc munitionem rejiciendam esse, seu vallum altitudinis medioctis in hanc figuram formandam non esse.

Demonstratio. Illa ratio muniendi legitima non est, quæ peccat contra axioma propositione secunda explicatum, quo nempe statuimus, nullam munitionis partem debere defensione obliqua destitui; sed in stella ABC punctum B omni defensione obliqua caret, solamque directam habet, quam non sufficere demonstravimus. Punctum enim B, à linea AB cujus est pars, nullam defensionem obliquam haurit (*per 5. propositionem*,) sed neque à linea BC, propter eandem rationem: ergo defensione obliqua destituitur.

Posui tamen munitionem cujus vallum mediocris esset altitudinis, si enim ageretur de munitiuncula, aut opere externo, cujus vallum est humilius, hanc figuram admittimus, eò quòd sit difficile ut quis in ea parte tectus, aut tutò consistat; quare in forcipolis, in circumvallationibus, in munitiunculis aliisque operibus quæ potius ad primum hostium sistendum extruuntur, quam ad ferendam obsidionem Angulum internum non rejicimus.

PROPO

PROPOSITIO VII.

Propugnacula alis destituta rejiciuntur.

Quandoquidem omnium partium munitionis, rationem reddimus, examinandum est in hac propositione, an alæ omnino necessariæ sint; videntur enim potius fortuito casu, quam ex certo consilio, propugnaculis esse addita, cum tormentis bellicis propugnacula objecerimus, quæ majorem haberent resistentiam, quam turres; eandem tamen figuram retinuimus, saltem in antiqua methodo Gallica. Alteram igitur munitionis speciem, propono quæ sola cortina, & faciebus constet, qualem figura KGHI nobis exhibet, quam pariter rejiciendam pronuntio.



Demonstratio. Methodus muniendi quæ propugnacula efficit, aut nimis parva, nimis acuta, quæ cortinam nimis exponant hostibus, quæ hostem non satis amplectantur, deficit in punctis maximi momenti; sed munitio quam propono, talis est; nam in ea propugnacula triangularia forent, quæ figura aream habet minimè capacem. Quod si angulus defensus fuerit sexaginta tantum graduum, non habet satis roboris, si ad angulum rectum accedat, ita parum prominet, ut sit rescissionis omninò incapax, denique cortina GH nimis hostibus exponitur.

Objectio. Ratio muniendi quæ multiplicem defensionem, & breviorem singulis partibus tribuit, alteri cuilibet præferenda est, sed ea de qua agitur est hujusmodi, nam tres tantum partes habet, quarum quælibet duæ, tertiam defendunt, ita ut nulla sit quæ non defendat, & defendatur. Defensionem item brevissimam efficit, nam facies H I, quæ in methodo communi, suam defensionem ab ala opposita, mutuatur, eam habet in hac à Cortina vicina, HG. Possent insuper in puncto H constitui duæ tormentorum stationes, una ad defendendam faciem H I, alia verò ad tuendam cortinam HG, & faciem GK. Denique cortina quæ in methodo communi ut plurimùm inutilis est; in hac evadit defensiva.

Respondeo. Faciem æquè defendi in methodo communi, ac in proposita; ala enim eam respicit fere directè, in ordine ad loricam, qua tegitur. Addo cortinam in hac dispositione, non satis tegi, cum in communi tam facilem ab alis defensionem habeat, ut nullus impugnationi locus relinquatur; ex quo fit, ut potius facies & propugnaculum quod rescissionis capax est impugnetur quam cortina. Fateor quidem in hac dispositione defensionem evadere breviorem, hoc tamen commodum tam exigui videtur momenti, ut aliis majoribus quæ detrahit præferri non debeat. Ex quibus concludo non sine ratione consuetam munitionibus figuram tribui, ita ut alia quælibet videatur ineptior, quamdiu machinæ nostræ adhibebuntur.

PROPOSITIO VIII.

Distantia Apicis propugnaculi ab ala opposita ne superet jactum majoris sclopi.

Secundùm propositionem quartam, cum defensio in munitionibus, ad jactum majoris sclopi exigatur, idem est alam, non magis temovendam esse ab apice propugnaculi, ac totam faciem ab ala primaria defendendam esse, nec alam secundariam, in cortina sumptam sufficere; quod in hac propositione statuo.

Demonstratio. Ala secundaria seu Cortinæ, sola faciem propugnaculi non satis tuetur; Primò quia hæc pars cortinæ defensiva, brevis est, & lateraliter tantum, non verò à tergo hostem impetit; Quando vero ala primaria, faciem propugnat, non tantum certiorem præbet defensionem, sed facies etiam se mutuò juvant, hostemque à tergo invadunt; ex quibus efficio non esse ita ab invicem removenda propugnacula, ut maxima defensionis linea centum viginti exapedas superet.

Addo insuper, quod etiamsi defensio munitionum exigatur ad sclopum, optimum fore ut tormenta bellica maximè vicina sint, et parti cui opitulantur, sic enim possint minoribus glandibus instrui, quas in hostem vicinum ejaculentur, dum scilicet impressionem facit, deinde cum tormentum bellicum vineam, cæteraque opera quibus fossa transmittitur disjicere debeat, non debet multùm removeri, quamvis enim eius jactus horizontalis ducentas quinquaginta exapedas adæquet, majori vi quatit dum vicinius est, ex quo fit ut in ipsa ferè fossæ crepidine statuatur, dum labes vallo infligenda est.

PROPOSITIO IX.

Arx tota æqualiter quantum fieri potest muniatur.

Ratio est quia si notabiliter una pars aliis fuerit infirmior, hæc hosti facilem præbebit aditum. Quare si accidat ut natura latus aliquod munierit vel præruptis cautibus, vel fluvio aut paludibus, ars in muniendis reliquis partibus insudare debet. Hujus rei recens habemus exemplum in obsidione sancti Audomari; quia enim pars ea quæ paludibus satis tuta falsò æstimabatur defensione carebat, cum primum Galli superata palude, ad murum stationem habuerunt, etiam nulla labe inflicta, ad deditionem compulsi sunt cives.

PROPOSITIO X.

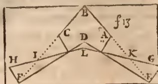
Regularis munitio irregulari præfertur.

Hæc propositio ex præcedenti deducitur, nam regularis uniformis est, & æqualiter ex omni parte munita; ita ut nulla pars debilior evadat; ergo melius resistere poterit hostibus. Secundò sub eodem ambitu, æqualibusque munimentis, & expensis aream majorem fortitur pluriumque civium, & militum capacem; ergo irregulari præferenda est, nisi forte ipsa irregularitas aliquid roboris in ipsis situs circumstantiis offerret.

PROPOSITIO XI.

Polygona plurium laterum melius muniuntur.

Demonstr. Polygona plurium laterum, angulos circumferentiæ majores habent, ergo majoribus propugnaculis instrui possunt, aut plus defensionis à cortina mutuari.



Proponatur enim exempli gratia propugnaculum ABC, angulo polygoni EDC impositū, quod consequenter defendetur ex punctis E & F, cortinarum DE, DF. Si verò angulus polygoni major evaderet, ut GLI, idem propugnaculum defendetur ex punctis vicinioribus K, & I.

PROPOSITIO XII.

Arx tota agro suburbano, locisque omnibus vicinis superior & altior sit.

Demonstratio. Si munitio circumpositis locis fuerit altior, nulli hostiles conatus, & motus, obsessos latebunt, neque tormentorum bellicorum globi muros ex superiori loco quatient; quare, disjiciendi sunt omnes tumuli, æquandæ voragines, in quibus delitescere posset hostis, & clanculum ad nos accedere.

PROPOSITIO XIII.

Mensura linearum semicolli.

Quamvis in genere dici possit, à lineis semicolli majoribus, majorem defensionem exhiberi, eò quòd majora reddant propugnacula, & resistionis capacia, si forte accidat, ut eorum vallo labes infligatur; ut tamen aliquid certi in hac materia constituatur; dico lineam semicolli octodecim saltem exapedas seu 108 pedes sibi vendicare, multóque plures illi posse concedi, dummodo ala brevior non fit, aut angulus propugnaculi obtusior non evadat.

Demonstratio. In ala præcipua faciei oppositæ, & Cortinæ, defensio statuitur, ea præcipuè quæ tormentis bellicis peragitur, & quâ hostilem vineam disjicimus; hujus autem alæ profunditatem, linea semicolli determinat, quam volumus duorum suggestorum capacem esse; quodlibet autem suggestum crassitiem duarum aut trium exapedarum sibi vendicat, statio machinalis quatuor; debet item restare in medio colli ingressus liber. Adde quod, lorica inferioris suggesti ad lineam humeri, aut auriculæ non pervenit, sed una aut altera exapeda, ad interiora retrahitur, ut minus hostilibus machinis exponatur; quare omnibus computatis octodecim exapedas reperimus. Si verò duo suggesta fieri non possint, ut video plerumque unicum tantum ab Hollandis constitui, forsitan eò quòd eorum munitiones sola humo aggesta constantes, duplicis suggesti sint incapaces; in tali casu ala major fiat, ut plura in unico suggesto tormenta colloecentur, locusque sclopetariis relinquatur.

Comes De Pagan qui tria in qualibet ala suggesta statuit, infimum medium, & altum; longiorem lineam semicolli efficit, non minorem viginti exapedis, eamque ad triginta nonnunquam provehit, sine ullo aditu in medio semicolli, quem in suggesto medio invenit.

Nonnulli recentiores omnia tormenta bellica in altiori statione collocant, duasque sclopetariorum stationes adduut, quæ cum tantam crassitiem non requirant, facilè in octodecim exapedis statuuntur.

PROPOSITIO XIV.

Alarum mensura.

In majoribus, & minoribus munitionibus, eadem partium proportio non observatur; sed in omnibus observandum est, ut partes præcipuæ inter quas ala primum locum obtinet, suum robur, & longitudinem convenientem, sortiantur, nulla reliquarum habita ratione; dico ergo longitudinem alæ esse duodecim exapedarum.

Demonstratio. Cum ala sit omnium partium maximè defensiva minusque hostibus pateat, in ea tormentorum suggesta collocanda sunt, duo saltem in qualibet statione, quæ sex exapedas in latum exigunt, seu tertiam partem octodecim exapedarum, reliquas duas tertias sclopetariis concedimus; æquum enim est ut alam probè instruamus, ut pote in qua, tota ferè defensio posita sit. Cortina enim faciem vix defendit, aut defensionem tantum obliquam ei præbet; ala verò etiam à tergo hostem impetit. Adde quod qui in ala degunt, ab humero, aut auricula teguntur, termini igitur sunto à 16 exapedis ad 24. Comes de Pagan paulò majorem alam efficit; mediamque eius partem tormentis bellicis reliquam sclopetariis assignat, nempe ut quatuor in singulis inferioribus stationibus constituat, quinque in superiori, atque ita alam tredecim tormentorum bellicorum capacem reddit, ejusque stationes inferius examinabimus, hæ tamen mensuræ ita præcisæ non sunt, ut eas prætergredi non liceat.

PROPOSITIO XV.

Ratio Cortinæ ad faciem, sit sesquialtera.

Hæc ratio sesquialtera Cortinæ ad faciem, apud Hollandos locum axiomatis obtinet, potestque ita facilè demonstrari.

Demonstratio. Primò Cortina facie major sit, quia pars illa quæ defensiva est, hostibus minus est exposita, quam quæ defensiva non est, iisque primùm obvia est; sed Cortina defensiva est, cum secundam alam habeat, dum conveniens illi longitudo conceditur, hostibus minimè est exposita, utpote propugnaculis hinc inde vallata, & facies contrarias habet proprietates; ergo faciem cortina

tina superare debet. Prima propositio per se patet; hostibus enim quam paucissimas partes exponere debemus, & immò nullas si fieri posset. Aliunde tamen facies brevior propugnaculum nimis parvum, militaribusque muniis inutile reddit; quare si semicollis, & alis bene constitutis facies brevior statueretur, nimis ad hostes obversa, eorum tormentis foret exposita, angulus propugnaculi obtusus evaderet, & secunda ala omnino adimeretur. Si verò longior fieret, angulus defensus acutior redderetur, quare proportio sesquialtera commoda censetur. Golemanus cortinam duplam faciei constituit, sed plerumque habet propugnacula, non satis robusta. Comes de Pagan faciem Cortinæ æqualem statuit, cum enim tres in qualibet ala tormentorum stationes extruat, tam semicolla, quam alas augere cogitur, & consequenter facies. Cortina item brevior evadit, eò quòd ala, non ad Cortinam, sed ad lineam defensionis perpendiculariter incidat, sed hæc methodus secundam alam nullam habet. Hollandi faciei 48 exapedas, Cortinæ 72 tribuunt.

PROPOSITIO XVI.

Mensura Cortinæ.

Ut aliquid certi constituatur, dico Cortinam, non ultra 85 exapedas extendendam.

Demonstratio. Si Cortina 85 exapedas superaret, cum facies secundùm proportionem supra assignatam, quinquaginta exapedas sibi vendicet, linea defensionis, esset 135 exapedarum, cum tamen intra limites 120 eam coarctaverimus.

Dico secundò Cortinam 40 aut 45 exapedis breviorem non esse; si enim brevior esset, non tantum secunda ala adimeretur, sed propugnacula minora forent, aut alæ nimis parvæ, aut angulus propugnaculi acutior evaderet, aut non defensus.

COROLLARIUM.

Ex his faciлè lateris interni longitudinem constituemus, cum enim Cortina mediocris sit 72 exapedarum, addendo hinc inde octodecim, pro semicollis habebimus 108 exapedas, possumusque ad 120 eam extendere, pariter cum minima cortina sit exapedarum 45, si duo semicolla addamus exurgent octoginta aut 75 exapedæ pro minimo latere.

PROPOSITIO XVII.

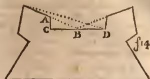
Secunda Ala quam maxima fiat.

Ala secunda, seu Cortinæ, maximi est momenti.

Demonstratio. Utilissimum est ut facies quæ hostibus exposita plerumque sola impugnatur, multiplicem defensionem habeat, & cortina quæ tutior est, etiam defensiva reddatur. Secundò defensio quam secunda ala præbet, brevior est quam quæ ab ala primaria desumitur, quare non ita adhærendum est angulo propugnaculi recto, ut sit nefas illum pluribus gradibus minuere, ad habendam secundam alam in qua nempe altior tormentorum statio ad disjiciendam vineam defecendamque faciem possit collocari. Hanc secundam alam Hollandi numquam negligunt.

COROLLARIUM.

Ala propugnaculi ne ita magna fiat, ut adimatur tota ala Cortinæ, nam sæpe una aut altera



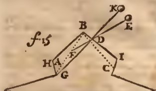
exapeda concessa alæ propugnaculi, alam Cortinæ omnino perimit, ut si ala A C esset tantisper longior, nulla daretur ala Cortinæ in BD.

DE ANGULIS.

PROPOSITIO XVIII.

Angulus propugnaculi, seu defensus minor ne sit sexaginta gradibus.

Angulus propugnaculi minor sexaginta gradibus, ineptus est.



Demonstratio. Angulus qui tormento bellico non resistit, faciléque disjicitur ei munitionis parti accommodanus non est, quæ hostibus prima occurrit, sed angulus sexaginta graduum talis est; ergo rejiciendus est. Supponatur enim talis angulus ABC, faciesque A B impugnetur tormento bellico, secundùm lineam perpendicularem E F, eius resistentia erit linea DF. quæ cum sit brevissima, totum triangulum DBF facilè disjicietur, atque ita locus in munitione non defensus habebitur, in quo tutò fossor delitescat, qui propugnaculo cuniculis majorem labem inferat.

Addi posset, propugnaculum ita coarctari, ut militaribus muniis ineptum reddatur, hæc tamen ratio non convincit, cum in eo acies non sit instruenda.

Nonnulli asserunt propugnacula acutiora, resciffionum secundi Valli esse incapacia, id tamen non satis efficaciter demonstrant, quare primæ demonstrationi insistendum est.

Objicies propugnaculorum acutorum facies, ita detorqueantur, ut secundam alam in cortina maximam efficiant, atque adeò defensionem vicinam nanciscantur, secundò ut perpendiculariter impugnentur, tormenta hostilia propugnaculo opposito admovenda sunt, ergo propugnacula acuta rejicienda non sunt.

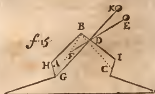
Respondeo his prærogativis infirmitatem, & eorum debilitatem non satis compensare, quare concludendum est, omnem angulum ad hostes obversum,

obverſum, & contra quem tormenta bellica adhibet, minorem 60 gradibus, ineptum munitioni principali, & regiæ ut vocant. Minora tamen munimenta quæ ad ſiſtendos primos hoſtium impetus excitantur, & quæ conſequenter non obſidentur, angulum defenſum 40 & 45 graduum habere poſſunt, ſicut & propugnacula ad mare, aut paludes obverſa, quæ tormentorum ſtationes non admittunt.

PROPOSITIO XIX.

Angulus defenſus Rectus, robuſtiſſimus licèt nonnihil acuto præferendus non eſt.

Proponatur angulus rectus H B I, hunc aſſero robuſtiſſimum eſſe, totoque ſe hoſtilibus machinis reſiſtere,



Demonſtr. Supponatur facies B I perpendiculariter impugnari ſecundùm lineam KD, reſiſtet totâ linea GD, quæ cum ſit faciei BH parallela, totam adæquat eius longitudinem, cum ergo I. reſiſtentiæ menſura, penes lineam reſiſtentem ſumenda ſit, angulus rectus totam eam firmitatem nanciſcetur quæ exigitur.

Dixi tamen non propterea angulum rectum, nonnihil acuto præferendum eſſe.

Demonſtratio ſecunda. Ala in cortina utilior eſt angulo recto, quare angulus 75 graduum videtur ſufficientis eſſe roboris, hoc præſertim tempore, quo non tam labes tormentis bellicis infligitur, quam cuniculis facies disjicitur.

PROPOSITIO XX.

Angulus defenſus obtuſus rejicitur,

Angulus propugnaculi obtuſus, quamvis ab Hiſpanis nonnunquam admiſſos, ut aſſerunt nonnulli, quatuor defectus habet, propter quos meritò rejicitur.

Primò, Angulus defenſus obtuſus, anguli recti robur non adæquat, cum linea, quâ reſiſtit brevior evadat, ſtatimque in tormentorum ſtationes incurrat.

Secundò, Propugnaculum obtuſum ſufficienti caret longitudine, fitque propterea reſciſſionis, ſeu novi valli incapax, ſi forte accidat, ut eius partem hoſtis inſideat.

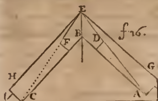
Tertiò, Angulus obtuſus ſecundam alam, ſeu cortinæ admit, propugnaculum oppoſitum nimis removet.

Quartò. Facies nimiùm ad hoſtem obvertit, unde fit, ut facilè machinis quatiatur, perpendiculariter etiam ad oppoſitum propugnaculum non accedatur.

PROPOSITIO XXI.

Angulus Polygoni acutus munimenti eſt incapax.

Angulus ABC, polygoni ſeu circumferentiæ ſeu quem duæ eius cortinæ ſeu latera producta



comprehendunt, acutus ſupponatur; dico eum munimenti eſſe incapacem.

Demonſtratio. Angulus propugnaculi D E F, minor eſſe debet angulo polygoni ABC. Si enim illi eſſet æqualis, ut GEH, facies GE, EH parallelæ evaderent cortinis AB, C B, atque adeo defenſione carerent: debent igitur ad interiora detorqueri 15 circiter gradibus, nempe ut angulus defendens interior ECB, alterius angulo imminuto HEC 15 gradus habeat, ut dicemus infra propoſitionibus 22, & 25, ſed ſi angulo acuto adimas hinc inde 15 gradus, ſeu 30, angulus propugnaculi 60 gradibus minor erit, contra propoſitionem 18; ergo angulus polygoni minor recto, munimenti eſt incapax.

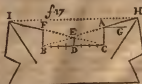
COROLLARIUM.

Nullum triangulum muniri poteſt.

Demonſtratio. Omne triangulum duos angulos acutos habet, ergo muniri non poteſt, haberet enim angulos defenſos nimis acutos, quare nulla arx regia triangularis eſt. Fortalitium tamen minoris momenti, ad ſiſtendo primos hoſtium impetus, triangularem figuram admittit. Quadrata figura prima eſt, quæ arcibus conſtruendis idonea, defenſionem tantum ſtringentem admittit, angulumque defenſum præcisè graduum 60 ſortitur.

PROPOSITIO XXII.

Angulus defendens interior gradus quindecim ſibi vindicat.



Angulum defendentem interiorem nominamus eum, quem linea defenſionis ſtringens, ſeu facies propugnaculi producta, cum cortina comprehendit, ut ABC cui gradus circiter quindecim aſſignamus.

Demonſtr.

Demonstratio. Si angulus ABC esset acutior, vel propugnacula nimis removenda essent, vel obtusa, vel nimis parva, Alæ item minuerentur, aut nimis ab invicem recederent, ita ut si earum distantiæ longitudo faciei addatur, linea defensionis 120. exapedas excederet. In praxi autem si cortina BC in octo partes divisa, perpendiculari DE, paulò plus quàm octava pars concedatur, angulus defendens interior ABC, & angulus imminutus IHB erunt quindecim graduum.

PROPOSITIO XXIII.

Angulus defendens exterior, seu angulus forcipulæ centum quinquaginta gradus non excedat.

Vide figuram præcedentem.

Angulus AEF, est angulus defendens exterior, seu angulus forcipulæ, cui plures quam centum quinquaginta gradus non concedo.

Demonstratio. Angulus defendens interior ABC, est 15 graduum, quare in triangulo BED, angulus DEB, erit graduum 75, & totalis BEC sicut & oppositus ad verticem AEF, graduum 150.

Ratio autem ulterior, cur angulum AEF, quem nominamus angulum forcipulæ nolimus majorem 150 gradibus in eo consistit, quod Artificium munitionum positum sit in eo, ut hostem quasi stringamus, seu undique quantum fieri potest complectamur, hæc sinuositas certos limites exigat, non satis autem à linea rectâ deflecteret, si angulum nimis obtusum haberet.

PROPOSITIO XXIV.

Angulus humeri 105 gradus habeat.

Vide figuram præcedentem.

Facilè ex superioribus angulum humeri constituemus, hoc est *in figura præcedenti* angulum HAC, quem ala & facies comprehendunt. Ducatur linea GA, parallela Cortinæ CD. Dico hunc angulum esse 105 graduum in ea dispositione, quæ alam ad cortinam perpendiculariter ducit.

Demonstratio. Angulus HAC continet angulum rectum GAC graduum 90, & insuper angulum HAG, alterno ABC æquale, (*per 27.1.Eucl.*) quem fecimus 15 graduum; ergo angulus HAC 105 graduum evadit.

PROPOSITIO XXV.

Angulus imminutus est 15 graduum.

Vide figuram præcedentem.

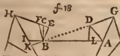
Angulum imminutum AHI facie HA, & latere exteriori HI comprehensum, assero esse graduum 15.

Demonstratio. Latus exterius HI Cortinæ BC parallelum est; ergo (*per 27. 1. Eucl.*) anguli alterni IHB, HBC sunt æquales; sed (*per 22. huius*) angulus defendens interior ABC est graduum 15 circiter, ergo angulus imminutus IHB æqualem habet graduum numerum.

PROPOSITIO XXVI.

Ala ad cortinam, aut ad lineam defensionis perpendicularis esto.

Hæc propositio, maxima utrinque contentione agitatur. Proponitur facies propugnaculi HC,



cortina AB, semicollum BI. Quæritur an ala perpendicularis ad faciem esse debeat ut ante centum annos ducebatur, qualis est BE, an vero ad cortinam ad angulos rectos incidere, ut hactenus præstitum est, an denique in lineam defensionis, secundum mentem Comitis De Pagan, multorumque Recentiorum præcipuè Gallorum. Plerique authores qui de hac materia scripsere alam ducunt perpendicularem ad cortinam.

Demonstratio. Prima ratio à Dogen allata hæc est, si angulus Alæ cum cortina rectus fuerit, melius etiam de nocte defendetur Cortina, pontes, portæ, quæ communiter in Cortina statuuntur, quam si angulus acutus esset ut EBA, aut obtusus ut FBA; nam si sclopetarius, sclopetum perpendiculariter ad loricam alæ teneat, non aberrabit, sed totam stringet cortinam.

Hæc ratio non convincit, cum enim communiter non cortina, sed facies impugnetur, secundùm hoc principium, ala potius ad lineam defensionis, quam ad cortinam deberet incidere.

Secundò angulus acutus EDE, semicollum BI imminuit, & alam BE imminuit, angulus obtusus FBA alam quidem majorem efficit, sed cortinæ alam secundam omnino detrahit. Quare Comes De Pagan, qui primus hanc dispositionem invenit, secundam alam nullam admittit, quam tamen maximi faciunt plerique authores.

Tertia & præcipua ratio petitur ex eo quòd angulus acutus EBA, ita alam EB obliquet, ut difficillimum sit in ea tormentorum fenestellas, ad faciem oppositam dirigere. Hanc ita detortam voluerunt antiqui, solius cortinæ ratione habita, cujus defensioni maximè cavebant. Ex quo autem tormentorum vis ad faciem impugnandam, deserta cortina conversa est, ala ita detorta reddita est inutilis.

Aliunde angulus obtusus FBA, alam ita hostibus exponit, ut facilè disjiciatur, ex quibus concludere possumus alam BE nimis occultam esse, ita ut hostem non videat, alam BF, nimis exponi hostium tormentis, alam denique CB mediocritatem consequi.

Objicies. Ea dispositio quæ majorem præbet defensionem, alteri cuilibet præferri debet; sed ala ad lineam defensionis perpendicularis, majorem, & breviorem & faciliorem defensionem tribuit, ergo usurpanda potius est. Probatur minor: Ala longior, & quæ longiora reddit semicolla, majorem defensionem præbet, breviorem insuper, eò quòd promoveatur versùs oppositum propugnaculum, denique facillimam quia obvertitur ad faciem defendendam.

Respondeo concedendo alam fieri longiorem, sicut & semicollum, sed alam secundam tantumdem decurtari, & ut plurimum totam adimi. Ad id verò quòd dicitur defensionem fieri breviorem, id quidem concedo, si determinata facie, ducatur ala perpendicularis ad lineam defensionis. Nego autem si determinato semicollo ei ala addatur, nam in figura ala BF, magis retrocedit quam ala CB.

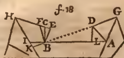
Denique quod defensio evadat facilior utpote perpendicularis ad loricam alæ id etiam concedo, sed assero hunc defectum, quod nimis sit exposita & perpendiculariter tormentis bellicis quatiatur, potiorem esse omni prærogativa.

Quamvis præstantissimi Architecti Galli contrariam opinionem meantur, quia tamen reliqui omnes, & experientia ipsa alam ad cortinam perpendicularem approbant, illi insistendum existimo, donec aliqua munitio ad recentiorum leges exacta, diuturna resistentia ostenderit quid à tali dispositione sperandum sit, nulla enim arx istius modi obsidionem hactenus tulit.

PROPOSITIO XXVII.

Angulus alam determinans sit 45 graduum.

Angulus alam determinans ab Hollandis præcipuè adhibetur, estque angulus in figura 18 quem dico esse 40, aut etiam 45 graduum.



Demonstratio. Quandoquidem tam alæ DA, quam semicollo AL octodecim exapedas tribuimus, lineas AL, DA æquales fecimus, ergo anguli LDA, LAD æquales sunt (*per 5. 1. Eucl.*) & cum angulus L rectus sit (*per præcedentem*) anguli LAD, LDA singuli semirecti erunt, seu 45 graduum.

Quia tamen Hollandi volunt alam LD, paolò minorem semicollo LA; angulo DAL alam determinanti 40 tantum gradus assignant.

Figura, & dispositio partium.

PROPOSITIO XXVIII.

Propugnacula separata rejiciuntur.

Fuit aliquorum opinio, vallo continuo, & non interrupto cingendam esse munitionem, tum addenda esse propugnacula, separata, & fossa à principali vallo, disjuncta ut occupato propugnaculo restaret adhuc fossa superanda, & vallum integrum oppugnandum, hanc tamen dispositionem rejicio.

Demonstratio. Si propugnacula principali vallo disjungerentur, aut nullam defensionem à cortina haurirent, aut angulum defensum acutiorem sortirentur. Si enim dum alam longiorem statuimos, aut secundam alam cortinæ adimimus, aut etiam ab ala opposita facies non defenditur, quid fiet si ipsi alæ addimus distantiam, quæ eadem incommoda invehit.

Secunda ratio petitur à difficultate defensionis, transmittendique commeatus, militis, & tormentorum bellicorum in propugnaculum disjunctum, præcipuè dum fossa plena est aquâ, in tali enim casu pontibus opus est, quibus disjectis difficillima redditur transvectio. Multa à nonnullis plurima exempla quibus evincitur propugnacula separata difficillimè defendi, nec majus in iis robur constitui posse quam in parmulis, aut lunulis.

Tertiò hæc propugnacula qua parte arcem spectant, aperta esse oporteret, ne occupata noceant, ergo tam facilè repentino impetu occupari possunt, quam parmulæ, aut cassides.

PROPOSITIO XIX.

Propugnaculorum facies rectæ sint.



Nonnulli falsò opinati sunt, posse facies defensivas evadere, si in anfractus, aut humeros sinuarentur quales figura FPOQR exprimit, dico tamen facies nec in orbem flectendas, nec in angulos frangendas, sed in lineam rectam extendendas.

Demonstratio. Hujusmodi anfractus, faciem infirmant, propugnaculum inutiliter coarctant, ergo non sunt admittendi. Altitudo enim valli impedit quominus singuli humeri defendant partes faciei quibus adhæret. Cortina autem duplici propugnaculo munita, his defensionibus non indiget, multò minus hæ quasi partiales alæ oppositæ faciei opitulantur, satius enim fuisset principalem alam producere, quam partiales alas statuere, quæ faciem partiantur, angulumque propugnaculi ita acutum reddant, ut nullo negotio disjici possit.

PROPOSITIO XXX.

Propugnacula plena vacuis præferuntur, novo vallo rescissa omnium optima sunt.

Instituitur hæc quæstio an propugnacula aggesta humo plena esse debeant, an verò sufficiens habeant robur, si vallo simplici, æquali vallo cortinæ, & lorica instruantur. Dico plena vacuis præstare.

Demonstratio. Primò commoda sunt, cum enim ascensum non habeant stationes suas facilè adeunt sclopetarii, cæteraque militaria munia exercent.

Secundò cum altiora tormentorum suggesta, in ipso additu propugnaculi posita æqualis sint cum vallo altitudinis, difficillimum foret viam ad vallum invenire, si vacuum foret.

Tertiò dum inflicta est labes faciei, vallumque ejus insedit hostis, adhoc rescissionibus novoque munimento est locus, si propugnaculum plenum sit, si verò fuerit vacuum, pugnat è superiori

riori loco aggressor, sitque potior ejus conditio. Addo insuper propugnaculum, jam ab initio, secundo vallo, & fossa, rescissum, tam pleno, quam vacuo præstare, valla enim quæ tempore pacis, & non festinanter perficiuntur, perfectiora sunt, & magis resistiva, quàm extemporanea. Fossa item profundior, cuniculis perficiendis est accommodatissima, quibus nempe primum vallum ab agressore occupatum disjiciatur. Id tamen incommodi patitur hæc novi valli dispositio, quod aditus non sit usque adeo facilis; sed hæ difficultates facilè superantur.

PROPOSITIO XXXI.

Auricula simplici humero præstat.

Ea pars alæ quæ tormentorum stationes tegit, si in orbem flectatur dicitur auricula, si polygonum referat humerus vocatur: Dico ergo circularem polygonæ præstare.

Demonstratio. Ut in orbem flectatur, nonnihil in anteriora producitur, atque adeo tormentorum stationes melius tegit.

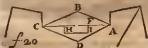
Secundò cum rotunditas auriculæ modica sit, seu minoris cylindri portio, non sine difficultate perpendiculariter bombardarum globis quatitur, atque adeo melius resistit, si nempe quadratio lapide constet.

Tertiò in circulari figura plures collocantur sclopetarii, quàm in linea rectâ, denique præstantissimi architecti, immò & duces auriculam humero præferunt.

PROPOSITIO XXXII.

Angulus cortinarum rejicitur.

Primò cortina angulum externum ut ABC non comprehendat.



Demonstratio. Si cortina in angulum externum ABC produceretur, minus defenderetur quam si recta esset. Linea enim AB, à solo propugnaculo A defensionem habet, nullam à propugnaculo C.

Secundò hæc dispositio peccaret contra primum munitionum principium, nam puncta A, & C defensione carent, & ad ea impunè posset aggressor accedere.

Non admittitur item angulus internus ADC. Quia multùm de munitionis area inutiliter detrahit, secundò alam secundariam, seu cortinæ multùm imminuit, & removet. Præcipua tamen ratio est inutilitas. Si tamen in munitione irregulari, talis angulus externus occurreret, disjiciendus non esset.

Dico tertiò, in cortinæ medio formandas non esse alas, quales Amsterodami esse dicuntur, ut vides in figura CHIF.

Primò ut habeatur ala FI, ala secundaria cortinæ multò major & vicinior eliditur. Secundò expensæ majores inutiliter fiunt. Tertiò munitionis area minuitur.

PROPOSITIO XXXIII.

Immodica valli altitudo nociva est.

Aliquorum errorem in hac propositione detego existimantium valla altiora perfectiora esse; Assero igitur peccari posse in eorum altidudine.

Demonstratio. Valla quæ nec fossam, nec viam tectam, nec acclivitatem loricæ ejus, maximam partem defensionis directæ amittunt, hostemque vicinum tegunt. Exemplum luculentum refert Dogen, nempe altitudinem vallorum Bredanorum nocivam fuisse; ita ut primo solis lapidibus pugnaverint obsessi; deinde pluribus locis disjecerint, & aperuerint vallum, ut hostem arcerent.

Objicies Cum vallum, hostibus aditum & ingressum deneget, quò illud impedimentum majus erit, eò melius suo fungetur officio, eo modo quo mons altior, difficiliùs transcenditur.

Respondeo vallum aditum hostibus præcludere, sed suffossione, & cuniculis disjici posse. Quò autem altius fuerit, eò minus hostes arcere, quare multum est discriminis inter montem, & vallum, quod mons solo æquari non possit, vallum autem facilè disjiciatur.

Ut autem aliquid certi constituatur in hac materia, vallum non computata fossæ profunditate, & loricæ altitudine, altius erit agro suburbano pedes saltem 12 aut 14. Ad 18 ab Hollandis evehitur, non ultra, forsitan quia eorum munitiones muro careant, aggesta humus ultra hanc altitudinem non satis sustentatur. Possumus tamen 25 pedes vallo tribuere. Loricæ altitudo interior sit quinque aut 6 pedum. Si arci immineant colles, excitentur aggeres, ut hostes obliquè, aut à tergo munitiones videant.

PROPOSITIO XXXIV.

Vallum promurale planitiem agri suburbani non multum superet.

Statio promuralis ad tuendam fossam præcipuè aqua plenam tantummodo adhibetur, id autem melius præstat dum humilior est, sufficit ergo ut paulò altior sit via tecta, ejusque lorica, quare altitudo ejus 4 tantum pedibus planitiem circumpositam superabit, & cum ejus lorica 5 pedibus sit alta, totam viam tectam deteget immò & acclivitatem, quod quidem absolutè necessarium non est; cum hæ partes à vallo principali defendantur. Promurale valli principalis supplet vices, quod eum sit altius, fossam non satis tuetur.

Quæri potest an promurale debeat totam munitionem ambire, an vero extendi tantum secundùm cortinas. Ratio difficultatis ex eò quòd si promurale producatur secundùm facies propugnaculorum, interius ita patebit hostibus, ut in eo subsistere sit perquam difficile, quamvis ejus lorica ad apicem propugnaculi altius evehatur. Propter hoc periculum, nonnulli promurale ab uno humero, ad alium producunt, ita ut totam alam ejus latitudo obtineat. Videtur tamen latitudo

tudo 4 aut quinque exapedarum stationi promurali sufficere totidemque ejus loricæ.

Possumus igitur non ultra alam producere, sic enim hostibus non patebit, sufficientemque faciebus defensionem præbebit, licet eas non circumdet, præcipuè si tormentis bellicis instruatur, quæ si minoribus glandibus onerentur magnam hostium stragem edent, dum fossam transmittere tentabunt.

PROPOSITIO XXXV.

Latitudo fossæ maximarum arborum longitudinem excedat.

Ratio est quia alioquin pontibus facilè transmittetur, etiamsi aquis plena sit. Quare mediocris ejus latitudo sit 16 exapedarum seu 100 pedum, maxima 140, minima 70.

Profunditas fossæ aqua plenæ sit 10 aut 12 pedum, siccæ verò 20 aut 25. si tantam latitudinem non patitur, ut dum in rupe excinditur profundior fiat.

Fossa sicca suas habet acclivitates magis inclinatas, fossa aquis plena acclivitatem æqualem habet profunditati, ne humus diffluat.

Nonnulli in medio fossæ majoris, aliam fossulam duas, aut tres exapedas latam effodiunt, præcipuè verò si fuerit sicca, tam ut illuc omnes aquæ confluant, quam ut hosti novum opponant impedimentum.

Dum in ala tria statuuntur tormentorum suggesta, quia inferius, non multum attollitur, fossa eo in loco fit profundior.

Fossa aquis plena vacerris sudibusque palis implicatur, ut omnem navicularum transitum impediant alii pulvinum, & molem arenariam circumducunt, ut lembi pariter hæreant.

PROPOSITIO XXXVI.

Fossa sicca, aquis plena præstat.

Hæc quæstio agitatur in utramque partem, modò tamen plerique authores fossam siccam, aquis plenæ præferunt.

Primò quia milites in fossa sicca tutò degere possunt, ita ut via tecta opus non sit, additis tamen nonnullis gradibus pro suppedaneo, ad elevandum militem supra crepidinem fossæ.

2 Fossa sicca eruptionibus aptissima est, cum in ea etiam equites adunari possint, modo molles ascensus variis locis pateant; quod magni faciendum est, cum periculosum sit pontibus fossam transmittere.

3 Si accidat ut in eruptionibus repellantur præsidiarii, certum in fossa sicca azylum nanciscuntur, at vero dum fossa plena est, occupato ab hostibus pontium aditu, nullus datur regressus, vel in propria fossa pereundum est.

4 Facilius vineæ deturbantur, cuniculi impediuntur, & conferta manu in singulos passus hosti moras injicimus.

5 Facilius omnibus externis munitionibus opem ferimus, & dum expugnantur, datur perfugii locus, qui per pontes, aut naviculis periculosissimus, ita sæpè opera externa expugnata sunt, quibus facilè suppetiæ latæ fuissent, si fossa sicca extitisset.

6 In partibus septentrionalibus dum aqua gelu concrescit, periculum est ne ex improviso urbs occupetur, ideoque coguntur præsidiarii singulis noctibus, securibus glaciem perrumpere.

Hæ tamen rationes demonstrationis vim non habent, nam in fossa plena, via tecta, & opera externa, eruptionibus favent, certumque præbent regressum.

Objicies primo fossa aquis plena melius impedit ne munitio ex improviso occupetur.

Secundò cum fossa debeat hosti aditum præcludere, ea fossa quæ melius id perficit, alteri præferenda est, quis autem non videt fossam siccam facilius transmitti.

Tertiò fossa plena opera externa ita munit, ut derepentè expugnari, aut à tergo invadi non possint.

Quartò fossa plena melius vineam impedit, & ne fossor cunicularius ad faciem propugnaculi adrepat.

Denique si fossa sicca, plenæ præstaret, hostes aquam non exhaurirent, cum in obsessorum detrimenta, non in commoda semper intendant.

Ut his rationibus faciam satis, fateor fossam plenam, subsidio esse contra subitas & clandestinas hostium irruptiones, sed præsidiariorum vigilantia eas facilè præoccupat.

Addo insuper fossam siccam, in seipsa præcisè spectandam non esse, sed ut defensam. Assero autem difficilius transmitti fossam siccam defensam, quam fossam plenam itidem defensam, eò quòd in singulos primæ passus hostem remoramur, non autem in secunda. Ultrajectum à Principe Auriaco obsessum, proponitur ut luculentum hujus rei exemplum (cum enim fossæ pars sicca esset, alia vero plena) siccam invadendam tulit omnium opinio, tot autem difficultates occurrerunt, ut quinque hebdomadæ impensæ sint, in promovendis per decem, aut duodecim exapedas obsidionalibus lineis, eò quòd cuniculis à præsidiariis disjicerentur; quare mutato consilio ad partem aqua plenam conversa est impugnatio, factoque cuniculo quadraginta pedes infra aquam, ad deditionem adacta est civitas.

Quod ad vineam attinet, ea etiam intra aquam facilè construitur, nam fascibus & humo impletur fossa, factisque hinc inde aggeribus, antliis exhauritur aqua ipsa ut vallo vineam protegente. Falsum igitur est etiam ab hostibus fossam exsiccari, & aquas averti. Quamvis autem in ipso fossæ transitu aliquid incommodi afferrent, toto tamen obsidionis tempore utiles hostibus fuerunt, dum præsidiariorum eruptiones cohibuerunt.

Fossa fit ferè faciebus parallela, duabus externis marginibus ante medium Cortinæ concurrentibus. Dixi ferè parallelæ, nonnihil enim latior est propè alas, alioquin margo externa, à tota ala non defendetur. Opera externa suam habent fossam, quæ mediam partem, aut etiam duos trientes fossæ majoris, nempe octo, aut 10 exapedas obtinent.

Fossæ crepido, ante apicem propugnaculi in orbem flectitur, præcipuè si muro vestiatur, aut in caute excavetur, tunc enim ex adverso propugnaculo per reflexionem disjici poterit vinea, qua transmittitur fossa ad faciem non visam. Si tamen angulus propugnaculi rectus, aut obtusus fuerit.

Si periculum est ne crepido fossæ aquis subacta diffluat muro erit vestienda, in fossa sicca dum

cessat

cessat tale periculum inutiles sunt, & nocivæ hæ expensæ eò quòd egesta humo possit hostis uti hoc muro, quasi vallo contra urbem.

PROPOSITIO XXXVII.

Via tecta, & eius lorica faciebus propugnaculorum, aut munitionum exterarum, parallela sint.

Si via tecta, & eius lorica, non essent parallelæ faciebus, hoc est ex aliqua munitionis statione directè non viderentur, ubi ad loricam viæ tectæ pervenisset hostis, posset egesta humo quæ acclivitatem efficit, uti hac lorica contra urbem, quod quantum fieri potest vitari debet.

Nonnulli loricam viæ tectæ anfractuosam volunt, & in angulis internis prominentem angulum efformant, ex quo peti possit hostis, ab aliis tamen hoc opus inutile, & nocivum censetur, cum enim lorica viæ tectæ, tam intra, quam extra pateat, & ex vallo videatur, ita ut propter additam declivitatem nullibi hostis tutò consistere possit, supervacaneum videtur omne tale opus, nocivum item judicatur, eò quòd tales anfractus locum habeant non defensum, qui ab hostibus occupatus vallo principali nocet.

Cavendum est ne ulli sint in agro suburbano colliculi, præcipuè verò ad angulos prominentes viæ tectæ, ne reddatur inutilis, milite in ea tutò non consistente; quod si tales inveniantur qui solo æquari non possint anfractuosa sit lorica viæ tectæ.

Latitudo viæ tectæ est duarum saltem exapedarum, potest esse quatuor altitudo loricæ interior 5 aut 6 pedum, suppedaneum non desit, acclivitas exterior loricæ ita componatur, ut ex superiori vallo stringatur.

Nonnulli post viam tectam, & eius aclivitatem, fossam ducunt, quam alii damnant quia debet aliquis tandem esse finis munimentorum, si tamen addatur hæc fossa, debet aliquos anfractus, & humeros habere lorica viæ tectæ, ut hanc secundam fossam directè videat.

Vacerras item infixis, vel in acclivitate, vel in ipsa lorica palis aliqui addunt, quia autem hæ vacerræ impediunt ne ex statione vallati hostis videatur, debet lorica viæ tectæ ita dirigi, ut humeros habeat, ex quibus reliquæ partes detegantur.

Plurimi existimant viam tectam additam fuisse munitionibus, ut iretur obviam incommodis quæ sequuntur ex fossa plena, nempe ut in via tecta congregentur milites, dum erumpendum est in hostes, & in ea tutò se recipiant, additur tamen etiamsi fossa sicca sit.

PROPOSITIO XXXVIII.

Altitudo loricarum sit 6 pedum.

Loricæ tegunt militem rectum, neque enim inclinatus perpetuò esse debet, ergo earum altitudo sit quinque aut 6 pedum. Ex quo sequitur, cum tormenta bellica supra loricam explodi non possint, aperiendas esse fenestellas, aut contignationibus machinas altius evehendas. In promurali, & in alarum stationibus inferioribus hæ fenestellæ sunt absolutè necessariæ, in vallo præcipuo

non item, eò quòd tormentum bellicum retrocedendo tegatur.

Altitudo loricæ exterior erit quatuor pedum, crassities duarum, aut trium exapedarum, basis valli crassities erit 9 aut 10 exapedarum. Si enim crassities loricæ sit trium exapedarum, suppedaneum trium pedum, longitudo tormenti bellici 16 pedum, retrocessio octo, aut 10, acclivitas interior valli æqualis eius altitudini, additis his omnibus mensuris, fient novem aut 10 exapedæ.

PROPOSITIO XXXIX.

Partes centro propiores, remotioribus sint altiores.

Si enim remotiores à centro arcis altiores essent; viciniores evaderent inutiles; quare vallum præcipuum altius est operibus externis. Si intra vallum excitentur tormentorum suggesta, eo altiora fiant.

Ab hac regula excipitur promurale, cujus officium cum ad fossam protegendam tantum extendatur, non multùm supra viam tectam eminet.

PROPOSITIO XL.

Antiqua methodus muniendi secundum Gallos.

Quamvis omnes nationes Europeæ in essentia muniendi conveniant; pleræque tamen certas regulas observarunt, quas sequentibus propositionibus explico ut de iis judicium feratur.

Arces omnes quæ à tempore Francisci Primi, ad Ludovicum Decimum tertium in Gallia excitatæ sunt, has conditiones habuerunt.

1 Linea defensionis maxima fuit 120 exapedarum.

2 Defensio fuit semper stringens, nulla admissa secunda ala.

3 Angulus defensus seu propugnaculi, in exagono rectus fuit, in polygonis plurium laterum obtusus.

4 Ala perpendicularis fuit ad faciem propugnaculi, & cum cortina angulum acutum comprehendebat, ita ut propugnaculum sæpe quadratum existeret, & alæ ita tegerentur, ut tormenta bellica ferè inutilia redderentur. Experientia compertum est hanc methodum multis esse obnoxiam incommodis, & munitiones alio modo compositas diutius hostibus resistere.

PROPOSITIO XLI.

Methodus communis Gallica.

Methodus communis Gallica angulum defensum obtusum omnino rejicit, quadrato & pentagono acutum, reliquis omnibus polygonis rectum concedit.

Ideoque in pluribus polygonis secundam alam admittit, & quam maximam potest.

2 Ala perpendicularis est ad cortinam, non ad faciem propugnaculi ut alias.

3 Alis & semicollis octodecim exapedas concedit.

4 Maximam defensionis lineam paulò majorem 120 exapedis efficit, nempe 130.

Dixi, methodus communis, recentiores enim alam maximam volunt, eamque non ad cortinam, sed ad lineam defensionis maximam perpendiculariter ducunt, secundam alam negligunt, multaque alia immutant.

PROPOSITIO XLII.

Methodus Italica.

Methodus Italica, semicollo & alæ sextam partem lateris interni concedit, seu quartam partem cortinæ.

2 Alam ducit perpendicularem ad cortinam.

3 In aliis polygonis, excepto quadrato secundam alam assumit, quæ tertiam partem cortinæ, & supra octogonum mediam partem cortinæ obtinet.

4 Angulum defensum acutum, rectum, & obtusum admittit.

Volunt nonnulli semicollum esse duplum alæ.

PROPOSITIO XLIII.

Methodus Hispanica.

Quamvis Hispani in plerisque munitionibus quas in Italia obtinent, potius Italicam, quam aliam quamlibet methodum usurpasse videantur; hæc tamen ipsis tribuitur.

1 Maxima defensionis linea stringens est, nunquam figens.

2 Anguli propugnaculorum plerumque obtusi sunt.

3 Maxima defensionis linea 140 exapedas excedit.

PROPOSITIO XLIV.

Methodus Hollandica.

Cum Hollandi coacti sint potentissimo Principi resistere, munitionibus suis militum numerum compensare, hanc scientiam præ cæteris Europæ nationibus coluerunt. Multùm tamen de munitionum Hollandiearum nomine detraxit hoc ultimum bellum, in quo plures quam quadraginta intra sex hebdomadas in Gallorum potestatem venerunt. Nonnullas & ipsi regulas observant.

1 Communis est scilicet ut maxima defensionis linea 120 exapedas non excedat.

2. Est proportio cortinæ ad faciem propugnaculi, quam volunt esse sesquialteram, ut 3 ad 2; quare in magnis munitionibus faciei exapedas 48 tribuunt, cortinæ verò 72. & consequenter latus exterius in quadrato erit 164. exapedarum, ita ut decrescat in singula polygona una exapedà, usque ad dodecagonum quod latus habet 155 exapedarum. Capitalis quadrati est 40 exapedarum, crescitque usque ad dodecagonum, quod 49. sibi vendicat. Potest item pro capitali sumi quarta pars lateris externi.

3. Ala paulò minor est semicollo, utuntur que angulo 40 graduum, qui alam determinet, ut dicemus in praxibus.

4. Angulus defensus, seu propugnaculi, apud eos maximi momenti est, eumque triplici modo determinant, tres propterea methodos distinguentes.

Prima methodus angulo propugnaculi, medietatem anguli circumferentiæ tribuit; & insuper quindecim gradus, ut in quadrato, cum angulus polygoni rectus sit. Si ejus medietati graduum 45 addas 15 gradus; habebis angulum defensum graduum 60; & angulus imminutus graduum 15. In Pentagono angulus polygoni est graduum 108, si ejus medietati 54 addas 15, habebis angulum defensum 69, atque ita de reliquis.

Secunda methodus assumit duas tertias anguli polygoni, pro angulo propugnaculi.

Tertia medietati anguli polygoni, addit gradus 20, ut angulum propugnaculi determinet atque ita in quadrato 66, in pentagono 74.

Quarta ala perpendicularis est ad cortinam.

Ad has methodos referimus eam quam Goldmanus sequitur, is enim cortinam duplam faciei efficit. In quadrato alæ tribuit quartam partem faciei, in pentagono tertiam, & in singulis polygonis decem pedes addit, usque ad enneagonum.

Angulo propugnaculi concedit mediam partem anguli polygoni, & insuper gradus 15.

PROPOSITIO XLV.

Methodus Comitis De Pagan.

Hanc methodum propono, ut à multis probatam. Quamvis autem regulas habeat optimis rationibus demonstratas, negari tamen non potest, ejus praxes non usque adeo exactas esse, neglectis scilicet pluribus circumstantiis, quæ munitionem perfectiorem efficerent, partes enim in quibus præcipua vis est, curat integras habere, cæteras verò omninò negligit. Certum putat in vallis optimis, in fossa, & in alis positam esse vim munitionis restitivam, quia valla vel disjicienda sunt, vel occupanda, priusquam arx in potestatem hostium veniat; transmittendæ sunt fossæ vineis; munus autem alarum est tormentia hujusmodi transitum prohibere: quod ut præstent efficaciter, ideoque alas maximas exigit, sicut & semicolla, ut tria tormentorum bellicorum suggesta erigat, & in singulis quatuor bombardas.

1. Alam secondam negligit, ut primariam majorem habeat, quod faciem auget, cortinam minuit, ita dum cortina septuaginta exapedas habet, facies sexaginta continebit in magnis munitionibus.

3. Angulum defensum seu propugnaculi plerumque obtusum efficit.

4. Propugnacula maxima construit, quæ aliud minus propugnaculum contineant, seu secundi valli sint capacia.

5. Alam ad lineam defensionis perpendicularem efficit, ut ad faciem oppositi propugnaculi, quam defendit, obvertatur.

6. Opera nonnulla externa addit, præcipuè verò ultra fossam, aliud vallum paulò humilius principali, sua item fossa instructum, tormentisque bellicis benè munitum. Contendit autem arcem ita constructam, triplam resistentiam habere illius quam communiter habeant arces, cum tres occurrant fossæ transmittendæ similiter bombardis defensæ, tria valla occupanda, aut disjicienda.

7. Lineam defensionis ad 140 expedas provehit

vehit, denique pauciora, sed majora propugnacula construit.

Quamvis hanc methodum in essentialibus non reprehendam, non video rationem cur ita secundam alam negligit, quæ tamen breviorem defensionem præbet, & in qua excitari possint tormentorum suggesta, quæ vineam disjiciant.

Ex quibus concludo assumendo quæ huic methodo sunt essentialia, correctisque nonnullis circumstantiis, hoc est rejecto angulo defenso obtuso, additaque secunda ala, quando commodè haberi potest, hanc dispositionem esse perfectissimam.

ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER SECVNDVS.

De munitionibus regularibus.

HÆC secunda pars Architecturæ militaris, docet methodum muniendi cujuscumque Polygoni regularis, excepto trigono, quod ita ineptum est ex natura sua, ut nulla arte corrigi possit, munitiunculisque tantùm exiguι momenti propterea adhibetur. Polygonum autem regulare illud est cujus anguli, & latera æqualia sunt. Cùm ergo nulla irregularitas affectanda sit nisi loci circumstantia eam exigat, omniaque munimenta ad regulares figuras revocanda sint; hic secundus liber etiam irregularibus erit norma, cum irregularia regularibus dirigantur. Praxes communes præpono, cum experientia compererim nihil omnino negligendum, in hoc præcipuè tractatu, iis in primis accommodato, qui in armis tractandis, magis quam in scientiis versantur. Nihil ergo supponam, nec ad ulla ab aliis libris, & authoribus petenda principia lectorem remittam. Notandum autem quod quamvis improbem eorum consilium, qui architecturam militarem difficilimis Trigonometriæ placitis implicant, quæ Tyronibus multum facessit negotii, quia tamen omnibus debitor sum, indicabo problemata Trigonometrica quibus exacta linearum, & angulorum mensura habeatur: quamvis nemini author sim, ut in iis immoretur, eosve audiat qui diutius in hujusmodi tricis discipulos suos detinent.

PROPOSITIO I.

Lineam perpendicularem ducere.

Ad lineam BC, per punctum A ducenda perpendicularis proponitur. Euclides propositione 11. libri primi, jubet hinc inde abscindi lineas æquales AB, AC, apertoque circino ex punctis B & C ut centris duos arcus eadem apertura describi, qui se in puncto D intersecent demonstrat lineam DA perpendicularem esse ad AB.

Hæc praxis supra chartam bene succedit, difficilius in solo perficitur, nisi ei aliquid addatur, quare abscissis hinc inde lineis æqualibus AB, AC cordam aliquam duplica notato punctu medio, duobusque extremitatibus in punctis B & C firmatis, cordam æqualiter extende, punctum medium punctu D insistet, eritque linea DA perpendicularis.

Secunda praxis D proponit extra lineam, ex quo ducenda est perpendicularis ad BC. Ex puncto D ut centro, describatur circulus secans lineam BC in punctis B, & C, dividatur linea BC bifariam in A, linea DA perpendicularis erit. Hanc praxin ita in solo exequeris. Notam in medio cordæ duplicatæ institam in puncto D collocabis, extensisque æqualiter cordæ partibus, donec extremitates lineæ BC insistant, habebuntur puncta B, & C. Divisaque linea BC bifariam in A, habebitur perpendicularis DA.

Tertiò si perpendicularis ducenda sit per punctum A, in extremitate lineæ constitutum: Ex quolibet puncto D, intervallo DA describatur circulus secans lineam AB in punctu B, ducatur recta BDC, secans circulum in puncto C, clarum est lineam CA perpendicularem esse ad AB.

Ita in solo idem præstabis, duplicata corda, notatoque punctu ejus medio, extrema ejus in punctis A & B utcumque collocabis, habebisque punctum D, eandem cordam in lineam rectam BDC extende, per B & D transeuntem extende, habebisque punctum C, & linea CA perpendicularis erit, seu angulus CAB in semicirculo rectus erit. Possumus item perpendicularem in solo ducere, semicirculo, squadra, circino proportionum, aliisque instrumentis, ut docebimus.

PROPOSITIO II.

In puncto dato lineæ propositæ, angulum quemcumque constituere.

Ut ad praxin revocentur pleraque problemata inferius tradenda, necessarius est quadrans circuli in ligno, ære, cupro, incisus, aut in crassiori charta descriptus, qui ut rite dividatur descripto ex puncto A quolibet intervallo arcu BC, eadem apertura circini abscindatur arcus BD, qui erit graduum 60. hic arcus bifariam dividatur in E, abscindaturque arcus DC, æqualis arcui BE, singuli arcus bifariam dividantur, tum singuli in tres, denique quilibet in quinque, eritque quadrans divisus in 90 gradus, juxta hunc versum.

In tres, in binas, in tres, in quinque secato.

Ad faciliorem usum ducantur ex centro A, lineæ rectæ ad singulos gradus, describanturque plures arcus concentrici.

Proponatur ergo in lineæ FG puncto F, constituendus angulus quotcumque graduum verbi gratia 30. Ex puncto F ut centro describatur arcus GH, intervallo AI, circuli IK in quadrante notati, assumatur intra pedes circini, intervallum IK 30 graduum, transferendum in GH ducta linea FH, erit angulus GFH 30 graduum.

Demonstratio. Cum triangula IAK, GFH singula latera æqualia habeant, erunt anguli IAK, GFH æquales (*per 8. 1. Euclidis*) supponitur autem angulus IAK ex constructione instrumenti esse graduum 30; ergo & angulus GFH erit graduum 30.

PROPOSITIO III.

Scalam exapedarum, aut pedum construere.

Cum necessarium sit in plerisque praxibus, ut in ichnographiis nostris, in charta exaratis, certum numerum exapedarum assumamus, determinemosque singularum linearum longitudinem, ut in iis exactè procedamus scalam construere debemus.

Ducatur linea AB quæcumque in 100 exapedas dividenda, prout majores, & minores descriptiones proponuntur. Primò eam divido bifariam, nempe ita ut singulæ medietates quinquaginta exapedas repræsentent, subdivido singulas partes in quinque, eritque linea AB in decem partes divisa, quarum unaquæque decem exapedis æquivalebit. Quia autem operosum esset, singulas partes in decem subdividere. Ducantur duæ perpendiculares AC, BD, in quibus assumantur decem partes æquales, & per singula divisionum puncta parallelæ lineæ AB, denique ducantur lineæ obliquæ AE, 10 F cæteræque, perfectaque erit scala.

Usus facilis est nam in linea AB habentur omnes divisiones decadicæ 10, 20, 30.

In sequenti numeros unitatem adjunctam habentes 1, 11, 21, 31, &c. in secunda numeros 2, 12, 22, 32, 42, &c. in tertia eos omnes qui per 3 finiuntur.

Usus duas habet partes, prima est ut lineam quot voluerimus exapedarum virtualium assignemus, verbi gratia quæritur linea 82 exapedarum.

Cum ultimus character hujus numeri sit 2, utendum erit parallela a linea 2, o erit 82 exapedarum.

Secunda pars est ut determinemus quod exapedas virtuales continet linea in archetypo exarata, hanc assumo intra pedes circini, eamque transfero in scalam, ita ut pes unus sit supra lineam AC, alter verò attingat unam ex lineis obliquis, sistendo in eadem parallela. Verbi gratia si pes unus circini insistat puncto 6 alter vero attingat lineam obliquam 50, 1 in puncto I parallelæ 61, quæ est sexta infra AB linea proposita esset 56 exapedarum.

Quod si hæ lineæ parallelæ ita distarent ab invicem, ut spatium inter vicinas interjectum in sex partes subdivideretur, ductis aliis parallelis, quæ vel alio colore, vel punctim notaretur, non tantum exapedæ, sed singuli pedes distingui possent.

PROPOSITIO IV.

Polygonum regularè circulo inscribere.

Circulo ABCD proponitur inscribendum polygonum regulare in aream munititionis describendæ. Initium ducamus ab exagono, utpote facillimo, abscinde arcum CF, eadem circini qua circulum descripsisti apertura, hoc est sit linea CF æqualis semidiametro, clarum est (*per 15.4. Eucl.*) CF esse latus exagoni, quod si aptetur sexies in circulo totum exhibebit exagonum.

2. Si

2 Si arcus CF dividatur bifariam in G, linea CG erit latus dodecagoni.

3 Si arcus FO æqualis fiat arcui CF, erit linea CO latus trianguli æquilateri.

4 Pro quadrato ducatur diameter AC, & perpendicularis BD, linea CB, quæ ducta non est, erit latus quadrati (*per* 6. 4. *Eucl.*)

5 Quare diviso arcu BC bifariam in I, erit linea CI latus octogoni.

6 Pro Pentagono semidiameter EC bifariam dividatur in L. tum ex L ut centro intervallo LB describe arcum BM, linea BM est latus pentagoni, quare si BN æqualis sit BM, habebis latus pentagoni applicatum circulo.

7 Diviso arcu BN bifariam in O habebitur latus decagoni.

8 Pro Eptagono, CR semissis lineæ CO erit latus eptagoni.

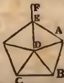
9 Enneagonum tertiam partem arcus CO assumit nempe CI.

Eadem latera polygonorum inveniuntur in semicirculo, ope sequentis propositionis quæ docet, quot gradus à latere cujuscumque polygoni subtendantur, translatis enim iis gradibus in circulum cui inscribendum est polygonum exhibetur eius latus.

Communiter inscribuntur latera polygonorum in compasso proportionali, hæc tamen praxis pertinet ad eius usus.

PROPOSITIO V.

Angulum centri in quolibet Polygono invenire.



Hæc propositio facillima est, & in multis utilis. Numerum 360 divide per numerum laterum polygoni propositi, quotiens erit numerus graduum quos continet angulus centri. Ut in trigono diviso numero 360 (*per* 3.) habes 120, in quadrato diviso eodem numero (*per* 4.) habes 90, & ita de reliquis.

Anguli centri.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
120.	90.	72.	60.	$51\frac{1}{7}$.	45.	40.	36.	$32\frac{8}{10}$.	30.

PROPOSITIO VI.

Angulum circumferentiæ in quolibet polygono reperirere.

Vide figuram præcedentem.

Voco angulum circumferentiæ eum quem latera polygoni comprehendunt ut in hoc pentagono angulus ABC.

Subtrahe angulum centri prius cognitum ex 180, reliquos erit angulus ABC, ut in pentagono subtrahe 72 ex 180, habebis angulum ABC 108 graduum.

Demonstratio. Est satis clara, nam in triangulo ADB omnes anguli simul sumpti æquales sunt duobus rectis (*per* 32. 1. *Eucl.*) Si ergo subtrahas ex duobus rectis seu ex 180 gradibus, angulū centri ADB, restabunt anguli DAB, DBA, quibus simul sumptis æqualis est angulus ABC.

COROLLARIUM I.

Habebitur item semiangulus circumferentiæ DAB, diviso bifariam angulo circumferentiæ, ut in pentagono 54.

COROLLARIUM II.

Habebis item angulum quem linea semicolli cum capitali comprehendit, nempe angulum FEA, si semiangulum polygoni 54 subtrahas ex 180.

Anguli circumferentiæ.

III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
60.	90.	108.	120.	$128\frac{4}{7}$.	135.	140.	144.	$148\frac{1}{11}$.	150.

Semi-Anguli circumferentiæ.

30.	45.	54.	60.	$64\frac{2}{7}$.	$67\frac{1}{2}$.	70.	72.	$74\frac{1}{14}$.	75.

Anguli semicolli cum capitali.

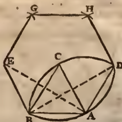
150.	135.	126.	120.	$115\frac{5}{7}$.	$112\frac{1}{2}$.	110.	108.	$105\frac{10}{11}$.	105.

PROPOSITIO VII.

Supra lineam datam, Polygonum quodcumque regulare describere.

Propositio quarta docet methodum describendi in circulo polygoni regularis, ita ut supponatur data semidiameter circuli, quæ etiam est semidiameter polygoni. Hæc verò supponit dari latus polygoni, sive interioris, sive externi. Hæc praxis utilis est extruendis munitionibus, quærit ergo hæc propositio ex latere semidiametrum.

Proponitur linea A B, supra quam describendum sit quodcumque polygonum regulare verbi gratia exagonum, fiant anguli ABC, CAB, singuli æquales angulo semicircumferentiæ, eritque punctum C centrum circuli, in quo linea AB erit latus exagoni.



Demonstratio. Cum anguli ABC, CAB sint singuli graduum 60, sublatis 120 ex 180 restabit angulus ACB 60 graduum, quare facto ex C circulo, arcus AB erit 60 graduum, invenieturque sexties in circumferentia circuli.



PROPOSITIO VIII.

Munire quadratum, & pentagonum methodo Gallica communi.

Has duas munitiones eadem ptopositione trado, eò quòd habeant angulum defensum acutum, etiam secundum methodum Gallicam, quæ qua-



dratum, & pentagonum excipit à regula communi, circa angulum propugnaculi rectum.

Figura mediam tantum partem munitionis exhibet.

Proponatur verbi gratia linea AB pro latere quadrati muniendi, sitque circiter 108 exapedarum factis angulis BAC, ABC semirectis habetur centrum C, dividatur latus AB in 6 partes æquales; quarum quælibet erit octodecim exspedarum, assume hinc inde lineas AE, BF pro semicollis, quamlibet æqualem sextæ parti lineæ AP, excitentur in punctis E & F perpendiculares EG, FI, æquales semicollis, denique jungantur lineæ FGK, EIL, eritque perfecta munitio, si idem in singulis lateribus perficias.

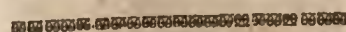
Demonstratio. Hæc methodus nihil habet contra regulas, nam primo linea defensionis EIL non superat 120 exapedas, semicollum, & ala octodecim exapedas habent, angulus defensus est graduum 62; quod ita demonstro.

In triangulo EFI cum FI sit quarta pars lateris EF, si tabulas sinuum consulas fiatque ut E F ad F I, ita sinus totus ad tangentem, invenies angulum FEI esse graduum 14, & min. 3. cui æqualis est angulus alternus ELK nempe angulus imminutus, si ergo ex angulo CLK graduum 45 subtrahas angulum ELK. gr. 14. & minut. 3. restabit angulus CLE 30, 57, qui duplicatus dat angulum defensum OLI 61, 54, hoc est ferè graduum 62.



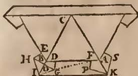
Posset nonnihil augeri ala utraque EG, FI, aut haberi nonnihil alæ secundæ, ut angulus defensus præcisè evaderet graduum 60, cortina FE est 72 exapedarum, facies GK, 45, quæ est proportio conveniens; igitur hæc methodus in nullo peccat. Eadem praxis adhibetur pentagono, & ita demonstratur.

Demonstratio. Cum angulus FEI sit graduum 14 & min. 3. angulus imminutus KLE, erit totidem, & cum semiangulus circumferentiæ CLK, sit graduum 54, subtrahendo 14 & 3, restat angulus CLE 39, 57, & totus angulus defensus graduum 79, 54, seu ferè 80 graduum, facies paulò major est quam media cortina, quod etiam vitio caret. Si quis pro angulo defenso assumeret tantum 70, aut 75 gradus, secundam alam in cortina nanciseeretur.



PROPOSITIO IX.

Exagonum & reliqua omnia polygona munire methodo Gallica communi.



Proponitur exagonum ABC muniendum, divide ut priùs latus AB in 6 partes æquales, assume hinc inde unam pro semicollis, nempe AF, BD, quibus æquales ducantur alæ DG, FP; ducatur linea GH, quæ perpendiculariter secat capitalem CI in punctoO, sintque OG, OI æquales, ducanturque facies IG, IH, idem perfice in reliquis lateribus perfectáque erit munitio, quam ostendo probam esse.

Demonstratio. Hæc munitio non peccat contra regulas, ergo proba est. Primò enim latus interius AB supponitur circiter 120 exapedarum, quare quodlibet semicollum, & quælibet ala erunt 20 exapedarum.

Secundò angulus defensus HIG rectus est, cum enim angulus GOI rectus sit, & lineæ OG, OI factæ sint æquales, anguli OGI, OIH erunt æquales (*per 6.1. Eucl.*) & semirecti, totalisque angulus GIH rectus erit.

Tertiò ostendo lineam IG productam cadere in punctum F, ostendi enim jam supra angulum GFD esse graduum 14, angulus autem CID in exagono, est graduum 60, ex quibus si auferas angulum HIF graduum 14, restabit angulus FID graduum 46, totusque angulus erit graduum 92, posuimus autem tantum 90, habemus ergo nonnihil alæ secundæ. Quod si voluissemus secundam alam majorem, nempe quæ tertiam alam cortinæ obtineret, angulus defensus in exagono evaderet 80 graduum, præferrem autem alam secundam angulo recto, sed jam methodum Italicam sequeremur.

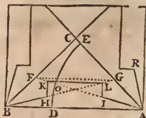
Quartò facies paulò major est dimidiata Cortina.

Eodem modo muniri possent reliqua polygona plurium laterum, quæ secundam alam habebunt. Sed in multis facies dimidiatam cortinam non adæquabit. Si tamen paulò majorem cupis, tam semicollis, quam alis concede quintam partem lateris interni, loco sextæ, ut si latus internum obtineret 120 exapedas, semicollis concederes 24.

Videtur angulus defendens interior GFB, esse nimis parvus, cum habeat tantum 14 gradus, & 3 minuta. In superiori autem libro assignaverimus gradus 15, sed hæc differentia minutorum 57 non est magni momenti in hac materia.

PROPOSITIO X.

Quadratum methodo Gallica communi interlius munire.



Proponitur quadratum muniendum methodo Gallica communi, cujus datur latus exterius AB 160 exapedarum, constitutis angulis ABC, BAC invenitur centrum C, ex centro A describatur arcus DE, trifariam dividendus, & per primam divisionem O ducatur linea AOF, hoc est angulus OAD fiat graduum 15, linea AO diagonalem BC secabit in puncto F, transferatur BF in AG, ducaturque BG, lineæ AI, BH, æquales sint lineæ BF, ducanturque HK, IL perpendiculares ad FG donec occurrant stringentibus AF, BG in punctis K & L, denique jungatur cortina KL. Idem præsta in aliis lateribus, & probam delineaveris quadratam munitionem.

Demonstratio. Primò, cum angulus imminutus BAF sit graduum 15, angulus defendens interior AKL illi alternus erit totidem graduum.

Secundò, cum semiangulus circumferentiæ nempe CAB esset graduum 45, subtrahendo angulum imminutum BAK, restat semiangulus IAG graduum 30, & consequenter totus angulus defensus IAR graduum 60.

Tertiò, cum angulus LKI sit graduum 15, Ala LI, plusquam quartam partem cortinæ obtinebit.

Quartò, semicollum adæquat alam circiter, & facies duas tertias cortinæ obtinet quæ omnia secundum regulas procedunt.

PROPOSITIO XI.

Pentagonum methodo Gallica interius munire.

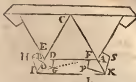
Superiorem praxin in pentagono usurpare possumus, constituto angulo imminuto 15 graduum, & assumere pro facie lineam .... cætera sunt omnino similia.

Demonstratio. Cum semiangulus circumferentiæ in pentagono sit graduum 54, si subtrahas gradus 15, restant gradus 39, eritque angulus defensus graduum 78. Facies major erit semicortina. Ala & semicolla circiter quartam cortinæ partem habent.

PROPOSITIO XII.

Exagonum methodo Gallica interius munire.

Facto supra latus KI triangulo æquilatero CIK, fiant semianguli defensi CKP, CIG graduum 45, producenda erit stringẽs IGFL, eritque facies KP

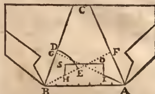


æqualis lineæ KL, alæ PF, GD perpendiculares erunt ad latus IK, producenturque donec occurrant stringentibus in punctis F & D, denique ducetur cortina FD.

Demonstratio. Angulus defensus rectus est, angulus imminutus KIF est 15 graduum & consequenter ala paulò major quarta parte cortinæ. Facies excedit semicortinam igitur nihil admissum est in hac descriptione, contra regulas.

PROPOSITIO XIII.

Quodlibet polygonum, methodo Gallica interius munire.



Proponatur quodlibet polygonum supra exagonum, verbi gratiâ octogonum, cujus latus exterius sit AB, fiant anguli ABC, BAC, quilibet grad. 67 $\frac{1}{2}$ habebiturque centrum C. Fiant semianguli defensi CAI, CBH semirecti, producanturque lineæ AI, BH in F, & G, atque ita angulus defensus erit graduum 90. Dividatur latus AB in 7 partes æquales, tribuanturque duæ faciebus AI, BH, ducantur alæ IO, HS, perpendiculares ad AB, & æquales uni septimæ parti lineæ AB, jungaturque cortina OS, idem fiat in singulis lateribus, & perfecta erit descriptio, quam ostendo probam esse.

Demonstratio. Angulus defensus rectus est, ala 23 exapedas obtinet, semicollum ferè æquale. Si verò in aliquibus polygonis esset minus quàm par sit, posset augeri imminuta ala; proportio cortinæ ad faciem est ferè ut 3 ad 2; ergo hæc descriptio secundùm regulas procedit.

PROPOSITIO XIV.

Quadratum methodo Gallica munire, ope Anguli dirigentis.

Ut compendiosiores praxes evadant nonnulli angulum dirigentem adhibent, quem ita efformant

Ducatur otcumque linea AB, tum ex A ut centro describatur arcus BC 20 graduum, abscindatur arcus BD graduum 11 $\frac{1}{2}$, junganturque lineæ AC, AD, & perfectum erit instrumentum. Certum est subtensam BD esse circiter quintam partem lineæ AB, subtensam DC esse sextam partem, & BC paulò majorem tertia.

Possumus ergo in hoc instrumento cujuscumque lineæ invenire sextam, quintam, & tertiam partem. Quare cum alæ & semicolla lateris interni quiotam partem sibi vendicent, dum munitionibus nostris defensionem stringentem concedimus, & sextam dum figentem, capitalis autem superat tertiam partem. Facilè hæc omnia oobis in angulo dirigenie exhibentur, in quo arcani quid inesse existimant nonnulli quamvis oihil compendii habeat oisi quod sextam, quintam & tertiam partem contineat, ideoqoe exactios describi poterat, ita or linea BD esset quinta pars, lineæ AB, & DC sexta.

Proponatur linea AB tanquam latus quadrati muniendi, quæ in angulum dirigentem transferatur, nempe ex A in E. Descripto arcu EFG, EF erit longitudo semicolli, nempe quiota pars lineæ AE, & FG erit ala nempe sexta pars.

Demonstratio. Ut ostendam lineam EF esse quintam partem lineæ AE, fingantur ductæ lineæ EF, BD, qoæ parallelæ erunt; nam triangula EAF, BAD, habent angulum A communem, alii duo æquales erunt; quare AEF, ABD æquabuntur, quare (*per* 4. 6.) ita erit AB ad BD; ut AE ad EF, & cum AB quinquies contineat lineam BD, AE quoque lineam EF quinquies continebit. Ita ostendam FG esse sextam partem ejusdem AE seo AB propositæ tanquam latus quadrati.

Sint ergo semicolla AH, BI, æqualia lineæ EF, ductisque perpendicularibus HK, IL æqualibus lineæ FG, ducantur stringentes IKM, HLN, eritque latus AB munitum, idem perficiatur in aliis lateribus, ut absoluta habeatur muoitio.

PROPOSITIO XV.

Munire quodcumque polygonum, eique defensionem stringentem, aut figentem tribuere, angulo dirigente.

Proponatur qoodcumque polygonom muniendum; pentagonum & quadratum solam defensionem stringentem admittunt; cætera figentis capacia sunt.

Si proponatur exagono tribuenda defensio stringens, capitalis paulò major esset tertia parte lateris interni, quare translato latere AB in AE anguli dirigentis, descriptoque arcu EG, linea EG erit mensura capitalium, quare transferetur io AD, BF, linea EF dabit semicolla AG, BH, ductisque stringentibus DH, FG, alas GI, HK perpendiculariter excitabis.

Proponatur secundò latus BL, muniendum defensione figente, eædem capitales, eademqoe semicolla adhibebontur, nempe capitales BF, LS æquales erunt lineæ EG anguli dirigentis, semicolla BM, LN, lineæ EF. & alæ MO, NT, lineæ FG, ductis; ergo lioeis FO, ST, absoluta erit munitio.

PROPOSITIO XVI.

Munitionem Gallicam tabulis supputatis perficere.

Praxes hactenus traditæ faciles quidem sunt, præcisionem tamen summam oon habent, descriptiooes item quæ circino, & regula peraguntur, non ita perfectæ sunt, ut non aberrent aliquibus pedibus, & noonunquam exapedis, doctiores architecti omnium linearum longitudinem trigonometricè metiuntur, tabulasque construunt quibus sine ulla descriptione in charta, factæ munitionem in solo exarent.

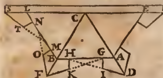
Docebo quidem inferius supputationem harum tabularum, quæ facilis erit iis qui trigonometriam sciunt, ideoque solas praxes indicabo non allatis demonstrationibus ne tractatus confundam. Qui tamen architecti esse nolunt, sed ea tantùm addiscere cupiunt, quæ milites decent, iis supputationibus, non multùm immorari debent, neque iis obtemperare, qui dio eos in hujusmodi tricis detinent. Propono ergo hanc tabolam, ut usum reliquarum doceam.

TABULA

TABVLA MVNITIONIS GALLICÆ.

Polyg.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Semidiameter Exapedæ.	76	$99\frac{1}{3}$	$120\frac{1}{2}$	138	$155\frac{5}{17}$	172	191	209	$228\frac{1}{2}$
Latus interius.	$107\frac{3}{5}$	$117\frac{2}{3}$	$120\frac{1}{2}$	$119\frac{1}{3}$	$118\frac{1}{3}$	$118\frac{1}{7}$	$118\frac{1}{7}$	$117\frac{4}{7}$	$117\frac{4}{7}$
Capitalis.	44	$37\frac{1}{2}$	$35\frac{5}{6}$	$43\frac{5}{6}$	$49\frac{16}{17}$	$54\frac{1}{3}$	$57\frac{5}{6}$	60	$61\frac{1}{6}$
Semicollum.	$22\frac{1}{4}$	$23\frac{8}{9}$	$22\frac{1}{7}$	$25\frac{3}{4}$	$26\frac{1}{4}$	$27\frac{8}{9}$	$28\frac{5}{6}$	$29\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{4}$

Suppono haberi scalam in qua numerus exapedarum, immò & pedum assumi possit. Ad mu-



niendum verbi gratia exagonum secundum hanc tabulam, utere numeris, respondentibus characteri VI, nempe assume pro semidiametro $120\frac{1}{2}$, totidemque pro latere interiori; $35\frac{5}{6}$ pro capitali, $22\frac{1}{7}$ pro semicollo.

Assume igitur circino supra scalam $120\frac{1}{2}$ exapedas, eoque intervallo describe circulum. Assume item pro latere interno $110\frac{1}{2}$ exapedas, hocque intervallum transferes in circumferentiam circuli, ut exagonum describas, ducantur ex centro per angulos polygoni, lineæ diagonales CE, CA, CB, CL &c. & in capitales transsecantur exapedæ $35\frac{5}{6}$ nempe ex A in D; ex B in F, & ita de reliquis, semicolla AG, BH habebunt exapedas $22\frac{1}{7}$; ducantur stringentes GF, HD, si solam defensionem stringentem cupis, perpendiculares GI, HK alas dabunt.

Si cupis defensionem figentem, lineæ stringentes, ad tertiam curtinæ partem duci possunt.

Anguli ADI, BFK erunt graduum 45, in reliquis polygonis, etiam cum defensione figente. Quare tabulæ supputatæ modum muniendi facillimum continent.

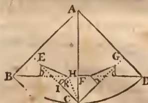
Demonstratio hujus praxis satis patet. Cum enim tabulæ contineant munitionem regularem, quæ iis conformis erit, regularis etiam erit.

PROPOSITIO XVII.

Modus Antiquus munitionis Gallicæ.

Superiores methodi optimæ sunt, iisque communiter in Gallia utimur. Ante Ludovici XIII. tempora, paulò aliter procedebatur. Cum enim alæ non ad cortinam sed ad faciem perpendiculares essent, angulus humeri rectus erat; semiangulus defensus bifariam dividebatur, ad determinanda semicolla.

Proponatur ergo octogonum muniendum, describaturque ex centro A circulus BCD cujus circumferentiâ in octo partes divisa, habebuntur



puncta B, C, D, cum autem angulus defensus rectus esse debeat, cunctis diagonalibus AB, AC, AD formentur anguli ABH, ACE, ACG, ADF 45 graduum, divisoque bifariam angulo ACI linea CH exhibebit punctum H, ducatur HI perpendicularis ad faciem CI ut habeatur ala, habebisque semipropugnaculum IHC, cui reliqua fient similia, & æqualia.

Describatur semicircellus supra HI tertiam partem alæ, ad formandam auriculam. Deficit primò hæc methodus quod facies propugnaculi, quam præcipuè ut hostibus objectam, tuendam suscipimus, nimis longa evadat, si cum cortina conferatur.

Secundò, alam habet nimis tectam, atque adeo ferè inutilem, ad defendendam cortinam.

Tertiò, caret secunda ala.

PROPOSITIO XVIII.

Quodcumque polygonum methodo Italica munire.

Methodus Italica in muniendo quadrato, aut pentagono à Gallica vix differt, in aliis tamen polygonis, multum ab ea discrepat, præfert enim secundam alam, angulo recto; hæc secunda ala in exagono quartam partem cortinæ, in eptagono tertiam, in aliis vero mediam partem cortinæ obtinet, hæc methodus sine figura intelligetur.

Semicolla & alæ sextam partem cortinæ sibi vendicabunt, in quadrato, & pentagono stringentes per extremitatem cortinæ ducentur, in exagono per quartam partem, in eptagono per tertiam, & in reliquis per mediam.

Demonstratio. Hæc methodus conformis est regulis, & in multis propter secundam alam, methodo Gallicæ à multis præfertur.

PROPOSITIO XIX.

Quodcumque polygonum methodo Hispanica munire.

Proprium est methodi Hispanicæ, ut nunquam secundam alam in cortina assumat, hoc est ut solam defensionem stringentem, nunquam figentem habeat; quod facilè sine figura concipitur. Diviso ergo latere interno in 6 partes æquales, unam tam alis, quam semigollis concedes, & stringentes per extremitatem cortinæ duces, omnia polygona supra exagonum, angulum defensum obtusum habent.

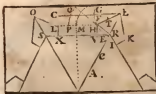
In eo deficit hæc methodus, quod secundam alam negligat, propugnacula ita obtusa habet, in multis polygonis, ut retrcessionis sint incapacia.

PROPOSITIO XX.

Quodcumque polygonum methodo Hollandica munire.

Plures methodos Hollandicas in solo angulo defenso discrepantes supra explicuimus, Prima et concedit mediam partem anguli circumferentiæ, & insuper 15 gradus, secunda duas tertias ejusdem, tertia mediam partem, & 10 gradus. Conveniunt autem in ratione cortinæ ad faciem quæ est ut 3 ad 2, & in angulo alam determinante qui est graduum 40, quibus datis perficienda est munitio.

Proponatur semiangulus circumferentiæ ABC, pro quocumque polygono, verbi gratia 60 gra-



duum, pro exagono ex puncto B ut centro arcus quicumq; EF ducatur, cui addo arcum FG 15 graduū secundum primam methodum, aut 20 secundū tertiam, divido arcum EG bifariam in H; vel Arcus FH, erit tertia pars arcus EF pro secunda methodo, linea BH erit facies propugnaculi, quam divido bifariam in T. Tum duco HL parallelam lineæ BC, & triplam lineæ BT, quam divido bifariam in puncto M, ductaque per M perpendiculari MN, quæ occurrat lineæ A B in N, invenio centrum N, ex quo describo circulum YBO per punctum B. Ex puncto H ut centro quocumque intervallo describo arcum P q quadraginta graduum, ductaque linea qHR habeo punctum R, per quod duco R S parallelam H L, & pro alis duas perpendiculares HV, LX: facta XS æquali RV, ducatur NSO, in qua abscindatur SO æqualis RB, ducaturque OL, eritque munitum latus RB translatisque semigollis, & capitalibus in alios radios perficietur tota munitio.

Demonstratio. Cum arcus EG contineat semiangulum polygoni ABC & insuper 15 gradus, sitque duplus arcus E H, seu anguli HBL, anguli defensus HBK qui ejusdem HBE duplus est, eidem semiangulo polygoni 15 gradibus aucto æqualis erit.

2 Cortina VX æqualis lineæ HL est sesquialtera faciei BH.

3 Angulus Q H P est 40 graduum; ergo & angulus HRV illi æqualis (*per* 27. 1.*Eucl.*) qui & alam determinat erit graduum 40.

COROLLARIUM I.

Hæc praxis valet etiam in secunda, & tertia methodo Hollandica, si arcus EH continet duas tertias partes arcus EF, vel in tertia si arcus F G est 20 graduum.

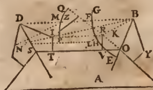
COROLLARIUM II.

Hæc etiam praxis utilis est in methodo Goldmani, modo linea HL, & consequenter cortina VT fiat dupla faciei B H.

PROPOSITIO XXI.

Dato latere exteriori polygoni munitionem Hollandicam describere.

Hæc praxis à superiori non differt, nisi quod certum, & determinatum supponat latus polygoni externi.



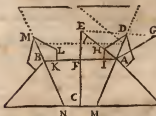
Proponatur linea BD, latus polygoni externi, seu distantia angulorum defensorum sitque angulus ABD semissis anguli circumferentiæ. Ex puncto B ut centro, describatur arcus EF, cui sicut prius addatur arcus FG 15. gradum. Totus arcus EG bifariàm dividatur in H ducaturque BHL, in qua sumantur duæ lineæ æquales BK, KL, sitque BM, tripla lineæ BK; perficiatur parallelogrammum hoc est ex puncto L fiat arcus N intervallo lineæ BM, & ex puncto M, intervallo lineæ BL, fiat angulus ADI æqualis angulo AB, ABL diagonalis BN secans lineam DI, in puncto I exhibet faciem DI. Ducatur RI parallela BD, tum ex puncto R ut centro describatur arcus P Q graduum 40, lineæ PRO dabit punctum O per quod ducendum est latus interius OS, tum demissis perpendiculariter alis H V, I T absoluta erit munitio.

Demonstratio. In parallelogrammo BLMN eadem est ratio lateris BL ad LN quæ 2 ad 3. Sed eadem est ratio BR ad RI, quæ BL ad LN (*per* 24. 6. *Eucl.*) igitur ratio faciei BR ad RI seu ad cortinam TV erit ut 2 ad 3 aliæ etiam conditiones Hollandicæ methodi non desunt.

PROPO

PROPOSITIO XXII.

Dato latere interno munitionem Hollandicam perficere.



Proponitur AB, latus polygoni interni, verbi gratiâ octogoni. Fiant anguli ABN, BAM graduum $67\frac{1}{2}$, ut habeatur centrum C, fiat in A angulus EAF determinans alam graduum 40, divisaque linea AB bifariam in F ducatur ex centro C linea CFE, quæ concurrat in E, cum linea AE. Quia autem semiangulus polygoni est $67\frac{1}{2}$ in octogono, additis 15, fiunt $82\frac{1}{2}$ & semissis $41\frac{1}{4}$. Fiat ergo angulus DAG graduum $41\frac{1}{4}$, divisaque AB trifariam, fiat AG duarum hujusmodi partium, ducaturque linea GE, secans lineam AD in puncto D. Linea DH parallela AG erit facies, ala HI perpendicularis erit ad AB. Denique translatis AI, IH, AD in BK, KL, BM, munitum erit latus AB.

Demonstratio eadem est ratio AF ad IF, seu totius AB ad IK, quæ AE ad HE (*per 4. 6. Eucl.*) cum FE, IH sint parallelæ: & cum in triangulo AEG, lineæ AG, AD sint etiam parallelæ, ita est AE ad HE sicut AG ad HD; ergo ita est AB ad KI, sicut AG ad HD, & permutando ita est AB ad AG, sicut KI ad HD. Sed AB, facta est sesquialtera lineæ AG; ergo & cortina KI, erit sesquialtera faciei HD; quod est primum.

Secundò. Cum AG, DH sint parallelæ, erunt anguli alterni GAD, ADH æquales (*per 28. 1. Eucl.*) sed GAD erat $41\frac{1}{4}$ ergo ADG erit graduum 41 & $\frac{1}{4}$, & totus angulus defensus erit $82\frac{1}{2}$ qualē exigit methodus Hollandica in hoc polygono.

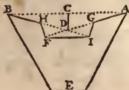
Tertiò, angulus HAI determinans alam factus est graduum 40.

PROPOSITIO XXIII.

Munitionem describere secundum methodum Comitis De Pagan.

Comes de Pagan in singulis alis, tria tormentorũ suggesta, & in singulis suggestis quatuor tormenta collocat. Ideoq; ampliora reddit propugnacula, ita ut eorum facies cortinam ferè adæquet, ab eaque sexta tantum parte superetur; secundam faciem nullam habet; sed solam defensionem stringentem, cui 140 expedas tribuit. Suas praxes inchoat à latere externo, qui in tabulis ferè idem perseverat. Hoc latus in magnis munitionibus 200 exapedas habet, in mediocribus 180, in parvis 160; quia tamen in irregularibus fieri potest, ut nonnulla latera exterioris polygoni minora sint 160 exapedis, tres proponit forcipes ut vocat quarum maxima latus exterius habet 140 exapedarum, secunda 120, minima 100.

Proponatur latus exterius AB 200. exapedarum pro magnis munitionibus. Dividatur bifariam in C exciteturque perpendicularis CD 30 exapedarum. Ducantur stringentes ADF, BDI facies AG sit dupla lineæ CD, & GI perpendicularis ad stringentem BD, idem fiat ex alia parte ducta cortina IF munitum erit latus AB. Ut habeatur centrum E, radius AE in pentagono est 170 exapedarum, in exagono 200. in eptagono $230\frac{2}{3}$, in octogono 261, in enneagono 292, in enneagono 292, in decagono 313. in endecagono 354. in dodecagono 386. Si ergo ex punctis A & B describantur duo arcus, ad intervallum radii, eorum arcuum intersectio centrum exhibebit.



	AB	CD	AG	GI	IF
In mediocri mun.	180	30	55	24	$60\frac{2}{3}$
In minima	160	30	50	$23\frac{1}{2}$	$50\frac{1}{2}$
Maxima forceps	140	25	40	$21\frac{1}{6}$	50
Mediocris	120	24	36	20	39
Magnum quadratum	200	27	60	22	71
Mediocre	180	24	55	19	$63\frac{2}{3}$

Hic nullam affero demonstrationem, cum omnia satis clara sint, videbimus infra quam suggestorum dispositionem sequatur.

PROPOSITIO XXIV.

Variæ muniendi methodi.

Antequam tabularum supputationem aggrediar, necessariò determinanda est methodus cui addicuntur. Hoc est aliquæ partes quasi essentiales supponuntur datæ, ex quibus cæteras elicimus.

Prima methodus Hollandica.

Cortinam habet exapedarum 72,
Faciem 48
Angulum determinantem alam 40,
Angulum defensum, qui mediam partem anguli polygoni, & insuper 15 gradus contineat, in quo conveniunt Dogen, Goldman, & Marolois.

Nempe in quadrato 60, in pentagono 69, in exagono 75, in eptagono 79. VIII. 82, IX. 85, X. 87, XI. 88, XII. 90.

Secunda methodus Hollandica.

Cortina 72,
Facies 48,
Angulus alam determinans 40.

Angulus defensus duas tertias habet anguli polygoni, atque adeo in IV. 60. In V. 73. VI 80. VII. 86. VIII. 90. sicut & cætera.

Tertia methodus Hollandica.

Cortina 72.
Facies 48.
Angulus determinans alam 40.
Angulus defensus dimidio angulo polygoni addit 20 gradus, atque adeo IV. habet 65. V. 75. VI. 80. VII. 84. VIII. $87\frac{1}{2}$. reliqua 90.

Quarta methodus Hollandica.

Cortina 72,
Facies 48.
Angulus defensus continet 20 gradus supra dimidium angulum polygoni.
Ala in IV. 12. exapedas habet. In V. 14. in VI. 16. in VII. 18. in IX. 22, in reliquis 24.

Quinta methodus Hollandica.

Hæc methodus à præcedenti discrepat tantum penes angulum defensum, cui præter semissem anguli polygoni addit 15 gradus.

Methodus Goldmani.

Cortina 80 exapedarum.
Facies 40.
Ala in IV. 10. in V. $13\frac{1}{3}$. VI. 15. VII. $16\frac{2}{3}$. VIII. 18. IX. 20. X. $21\frac{2}{3}$. XI. $23\frac{1}{3}$. XII. 25.
Angulus defensus in quadrato 60. V. 69. VI. 75. VII. 79. VIII. $82\frac{1}{2}$. IX. 85. X. 87. XI. 88. XII. 90.

PROPOSITIO XXV.

De supputatione linearum, & angulorum ichnographicorum.

Quia diagrammata quæ in charta exarantur minora sunt, quam ut linearum longitudinem præcisam, & angulorum quantitatem exactam exhibeant, ita ut in iis proclive sit non tantum aliquibus pedibus, sed etiam exapedis aberrare, nonnulli diligentiores trigonometricè singularum partium mensuras inquirunt. Quia verò trigonometricæ praxes aliqua in triangulo cognita supponunt, ut cætera investigent, supponemus angulos centri, & angulos circumferentiæ supra cognitos.

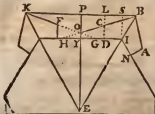
Anguli centri.

	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	120	90	72	60	$51\frac{1}{7}$	45	40	36	$32\frac{8}{11}$	30
Anguli circumferentiæ.	60	90	108	120	128.34'	135	140	144	147.16	150

PROPOSITIO XXVI.

Angulum defensum, imminutum, defendentem externum & internum, & angulum humeri reperire.

Angulus defensus idem non est in omnibus methodis. In methodo Gallica angulus defensus in quadrato 60 gradus obtinet, & 75 in pentagono. Angulus defendens interior est 14 graduum, & 3 min. cum enim ala sit sexta pars lateris, erit



quarta pars cortinæ, ut in figura, sit DH tota cortina, & CD ala, si in triangulo HDC, HD ponatur sinus totus, erit DC tangens anguli HDC; fiat igitur ut HD ad DC, hoc est ut 4 ad 1, ita sinus totus ad tangentem, inveniesque gradus 14. min. 3. pro angulo defendente interno DHC, cui angulus imminutus HBC æqualis est, utpote illi alternus.

In omni igitur munitione in qua ala quartam partem continet, tam angulus defendens interior, quàm angolus imminutus 14 gradus & tria minuta sibi vendicant.

Si angulum imminutum HBK subtrahas ex semiangulo polygoni IBH, restabit semiangulus defensus IBH: è contra si cognoscas semiangulum defensum IBH, eumque subtrahas ex semiangulo polygoni IBK, restabit angulus imminutus HBK, cui angulus defendens interior æqualis est.

Duplica angulum defendentem internum DHC, eamque summam subtrahe ex 180, restabit angulus defendens exterior BOK; nam in triangulo GOH, cum omnes anguli duobus rectis sint æquales, seu 180 gradibus, subtractis angulis æqualibus OGH, OHG, seu angulo OHG duplicato, restabit angulus GOH, aut ipsi oppositus BOK. Adde angulum defendentem internum CHD, 90 gradibus, habebisque angulum humeri BCD; nam (*per* 32. 1. *Eucl.*) angulus BCD, externus respectu trianguli DCH, duobus internis CDH, CHD æqualis est.

In munitionibus quæ habent defensionem figentem, facilè habetur angulus defendens interior, modò sciatur ratio alæ DC, ad lineam DH.

Denique angulus faciei, & stringentis DCH, est complementum anguli defendentis interni CHD.

PROPOSITIO XXVII.

Invenire angulum determinantem alæ, angulum capitalis & cortinæ; angulum oppositum faciei, & angulum capitali oppositum.

Angulus determinans alam CID, in methodo Gallica, quæ alam adæquat semicollo, est graduum

45 in

45, in methodis Hollandicis graduum 40, in aliis verò ex variis circumstantiis determinandus est, ut ex ratione semicolli ad alam. Si enim fiat ut semicollum ID, ad alam CD, ita sinus totus ad quartum habebitur tangens anguli determinantis alam CID.

Secundò subtrahe EIH semiangulum polygoni, ex 180 gradibus, relinquetur HIB angulus quem capitalis cum latere polygoni comprehendit.

Tertiò, si ab hoc ultimo angulo subtrahatur angulus determinans alam, restabit angulus BIC faciei oppositus, qui si addatur angulo defenso, & summa ex 180 gradibus subtrahatur, restabit angulus ICB capitali oppositus.

De supputatione linearum.

Inventis omnibus angulis munitionis regularis ad lineas accedimus, supponendo tamen aliquarum linearum longitudinem notam; cum enim similia polygona, & inæqualia describere possimus, quorum latera proportionalia sint, ut singulorum laterum longitudinem unam, aut alteram lineam determinare debemus.

Ita Hollandi suas munitiones in magnas, mediocres, & parvas dividunt: majoribus lineam defensionis maximam 120 exapedarum tribuunt, mediocribus 110, minoribus 88. Possunt item distingui, per cortinarum, aut facierum longitudinem, quare sequentibus propositionibus singularum linearum mensuras investigo.

PROPOSITIO XXVIII.

Data facie propugnaculi, invenire frontem, & productionem alæ.

Instituatur regula aurea, nempe
Ut sinus totus
ad sinum anguli imminuti LBC,
ita facies BC
ad lineam LC productionem alæ.
Pariter ad habentem lineam BL,
Fiat ut sinus totus
ad sinum complementi anguli LBC,
ita facies BC ad lineam BL, quæ duplicata, & addita cortinæ, dat latus exterius, vel detracta ex latere exteriori dat cortinam.

PROPOSITIO XXIX.

Cognita facie invenire capitalem.

Suppono in triangulo IBC cognosci angulos omnes IB,
Fiat ut sinus anguli BIC
ad sinum anguli ICB,
ita facies BC
ad capitalem BI.

PROPOSITIO XXX.

Data capitali invenire distantiam polygonorum, latus interius, lineam semicolli, & alam.

Suppono in triangulo IBS cognosci angulos, & capitalem BL
Fiat ut sinus totus anguli recti S
ad sinum anguli BIS,
ita capitalis BI
ad lineam 15 distantiam polygonorum.
Eodem modo quæritur BS, quæ duplicata, & ablata ex latere exteriori BE, dabit latus interius.
Eadem BS ablata ex BL jam præcognita dat DI lineam semicolli
Linea LC jam cognita, & ablata ex LD, seu IS dat alam CD.
Linea semicolli duplicata, & ablata ex latere interiori relinquit cortinam.

PROPOSITIO XXXI.

Cognita ala, invenire secundam alam & liberam stringentis.

In triangulo CDH
fiat ut sinus anguli CHD,
ad sinum totum, seu anguli recti CDH,
ita ala CD
ad lineam CH, seu liberam partem stringentis.
Fiat rursus ut sinus anguli CHD
ad sinum anguli DCH,
ita ala CD
ad lineam DH complementum cortinæ, seu ad id quod relinquitur ablata secunda ala; ex quibus facilè innotescet secunda ala.
Habebitur item longitudo totius lineæ stringentis.

PROPOSITIO XXXII.

Cognitâ Polygonorum distantiâ, & fronte; investigare lineam defensionis maximam.

Suppono cognitam esse lineam DI, vel DL, & fronte BL, quæ ablata ex BK, relinquit lineam LK; certum autem est in triangulo LKD, quadrata linearum LK, LD, æqualia esse quadrato lineæ KD, quare multiplicando singula latera LK, LD per seipsa ut habeantur eorum quadrata, si ex eorum summa extrahas radicem quadratam, habebitur linea LD maximæ defensionis.
Vel fiat ut LK ad LD, ita sinus totus, ad tangentem anguli LKD.
Et rursus Ut sinus anguli LKD
ad sinum totum, seu anguli recti L,
ita latus LK ad lineam defensionis DK.

PROPOSITIO XXXIII.

Dato semilatere polygoni radium cognoscere.

Cognoscatur linea IY, seu semilatus polygoni interni, ita cognoscetur radius IL, IE, si fiat ut sinus semianguli centri IEY
ad sinum totum, seu anguli recti IYE,
ita semilatus IY
ad radium IE.
Cui si addas capitalem BI, habebitur BE radius polygoni externi.
Simili methodo determinabis omnes lineas munitionum quarumcumque.
Quæ omnia ut faciliora evadant addidi tabulas tam secundum omnes methodos Hollandicas, quam secundum alias.

TABVLA ANGVLORVM
secundum varias methodos.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Angulus centri BLK.	90.	72.	60.	51. 26	45.	40.	36.	32. 43	30.
Circumferentiæ HIN.	90.	108.	120.	128. 34	135.	140.	144.	147. 16	150.
Angul.capital. & colli DIB.	135.	126.	120.	115. 43	112. 30	110.	108.	106. 22	105.
Angulus ABD, defensus Gallicâ methodo.	60.	75.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
1. Hollandicâ.	60.	69.	75.	79. 17	82. 30	85.	87.	88. 38	90.
2. Hollandicâ.	60.	72.	80.	85. 43	90.	90.	90.	90.	90.
3. Hollandicâ.	65.	74.	80.	84. 17	87. 30	90.	90.	90.	90.
Semiangulus defens. IBG.									
Gallicâ.	30.	37. 30	45.	45.	45.	45.	45.	45.	46.
1. Hollandicâ.	30.	34. 30	37. 30	39. 39	41. 15	42. 30	43. 30	44. 19	45.
2. Hollandicâ.	30.	36.	40.	42. 51	45.	45.	45.	45.	45.
3. Hollandicâ.	32. 30	37.	40.	42. 9	43. 45	45.	45.	45.	45.
Aug.string.& cortin.CHD.									
Gallicâ.	15.	16. 30	15.	19. 16	22. 30	25.	27.	28. 38	30.
1. Holland.	15.	19. 30	22. 30	24. 39	26. 15	27. 30	28. 30	29. 19	30.
2. Hollandic.	15.	18.	20.	21. 26	22. 30	25.	27.	28. 38	30.
3. Hollandic.	12. 30	17.	20.	22. 9	23. 45	25.	27.	28. 38	30.
Angul.string.& alæ DCH.									
Gallicâ.	75.	73. 30	75.	70. 46	67. 30	65.	63.	61. 22	60.
1. Hollandic.	75.	70. 30	61. 30	65. 21	63. 45	62. 45	61. 30	60. 41	60.
2. Hollandic.	75.	72.	70.	68. 34	67. 30	65.	63.	61. 22	60.
3. Hollandic.	77. 30	73.	70.	67. 31	66. 15	65.	63.	61. 22	60.
Angul.decussationis BOE.									
Gallicâ.	150.	147.	150.	141. 32	135.	130.	126.	122. 44	120.
1. Hollandic.	150.	141.	135.	130. 43	127. 30	125.	123.	121. 52	120.
2. Hollandic.	150.	144.	140.	137. 9	135.	130.	126.	122. 44	120.
3. Hollandic.	155.	146.	140.	135. 43	132. 30	130.	126.	122. 44	120.
Ang.oppos.facies cap.BCI.									
Gallicâ.	60.	61. 30	60.	64. 16	67. 30	70.	72.	73. 38	75.
1. Hollandic.	65.	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	68. 30		
2. Hollandic.	55.	58.	60.	61. 26	62. 30	65.	67.		
Angul.opposit.faciei BIC.									
Methodo Gallicâ.	90.	81.	75.	70. 43	67. 30	65.	65.	61. 23	60.
2. Hollandicâ.	95.	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68.	66. 23	65.

Anguli

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Anguli munitionum secundum 1. methodum Hollandicam.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 20	45	40	36	32. 44
Angulus polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defensus.	60	69	75	79. 17	82. 30	85	87	88. 38
Cortinæ, & stringentis.	15	19. 30	22. 30	24. 39	26. 15	27. 30	28. 30	29. 19
Oppositus capitali.	55	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	67. 30	69. 19
Oppositus faciei.	95	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68	66. 22
Formator alæ.	40	40.	40.	40	40.	40	40	40

Lineæ ichnographicæ majorum munitionum Secundum 1. Hollandicam.

	Exad. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72	72	72	72	72	72	72	72
Facies.	48	48	48	48	48	48	48	48
Frons.	46. 2	45. 1 1/2	44. 2	42. 2	43. 0	42. 3 1/2	42. 1	41. 5
Semicollum.	18. 2 1/4	20. 5 1/2	22. 4 1/4	24. 1	25. 2 1/4	26. 2 1/2	27. 1 1/4	28.
Capitalis.	39. 2 1/4	41. 2 1/4	43. 1 1/4	44. 4 1/2	46. 0 1/3	47. 1	48. 1	49.
Ala.	15. 2 1/4	17. 3	19. 0 1/2	20. 2	21. 2	22. 1	22. 5 1/3	23. 3
Secunda ala.	14. 1	22. 3	25. 5 1/4	27. 4 1/4	28. 4 1/2	29. 2 1/4	31. 4 1/4	30. 0 1/2
Defensio figens.	121. 3 1/2	121. 5 1/2	122. 1 1/4	122. 2 1/4	122. 2	122. 5	123.	123. 2
Stringens.	107. 5	100. 3	97. 5	56. 4	96. 4	96	96	96
Latus interius.	108. 5 1/3	113. 4 1/2	117. 2 1/4	120. 2 1/2	120. 2 1/2	124. 5	126. 3 1/2	128
Latus exterius.	164. 4 1/4	162. 3	160. 4	159. 1 1/2	159. 1 1/2	157. 2	156. 2	155. 4
Minor radius.	77.	96. 4 1/2	117. 2 1/4	138. 4 1/2	138. 4 1/4	182. 3	204. 5	227. 1 1/2
Distantia polygonor.	27. 5 1/3	33. 5	37. 2 1/2	40. 2	42. 3 1/3	44. 2	45. 4 1/4	47

Lineæ ichnographicæ, minorum munitionum secundum 1. Hollandicam.

Cortina.	52. 2 1/2	53. 1	53. 4 1/2	54	54. 4	55	55. 1 1/2	55. 3
Facies.	34. 5 1/4	35. 2 1/2	35. 5	36. 1	36. 4	36. 4	36. 5	37
Frons.	33. 4 1/2	33. 2 1/3	33. 0 1/2	32. 5	32. 4	32. 3	32. 2	32. 1 1/2
Semicollum.	13. 2 1/2	15. 2 1/3	16. 5 1/4	18. 1 1/4	19. 1 1/3	20. 1	20. 5 1/2	21. 3 1/2
Capitalis.	28. 4 1/2	30. 1 1/4	32. 1 1/4	33. 4 1/3	34. 5 1/4	36	37	37. 4 1/2
Ala.	11. 1 1/2	12. 5 1/2	14. 1 1/2	14. 1 1/2	16. 1	17	17. 3 1/3	18. 0 1/3
Secunda Ala.	10. 1	16. 4	19. 2	20. 5 1/4	21. 4 1/4	22. 2 1/2	22. 5	22. 1
Figens.	88. 3 1/2	90	91. 1 1/2	92. 1 1/3	93. 0 1/2	93. 5	94. 2 1/3	94. 5 1/2
Stringens.	78. 3	74. 1	73.	72. 5	73.	73. 2	73. 4	74
Latus interius.	79. 2	84	87. 4	94. 1/4	93. 1/4	94. 2	97. 1	98. 4
Latus exterius.	120	120	120	120	120.	120	120.	120.
Radius minor.	56	71. 2 1/2	87. 4	104. 3	221. 5	139. 2	157. 1	175. 1
Distantia polygonor.	20. 2	24. 4 1/2	27. 5 1/2	30. 2 1/4	32. 5 1/4	33. 5	35. 1	36. 1 1/4

Anguli

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Anguli munitionum secundùm methodum secundam Hollandicam.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	110	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defensus.	60	72	80	85. 43	90	90	90	90
Stringent. & cortin.	15	18	20	21. 26	22. 30	25	27	28. 48
Oppositus capitali.	35	58	60	61. 26	62. 30	65	67	68. 38
Oppositus faciei.	95	86	80	73. 43	72. 30	70	68	66. 22
Oppositus alæ.	40	40	40	40	40	40	40	40

Lineæ magnarum munitionum 2. methodi Hollandicæ.

	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.
Cortina.	72		72		72		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	2	45.	4	45.	$0\frac{1}{2}$	44.	4	44.	3	43.	3	42.	$4\frac{1}{2}$	42	
Semicollum.	18.	$2\frac{1}{4}$	21.	4	24		25.	$4\frac{1}{4}$	27.	$1\frac{1}{2}$	27.	4	28.		28.	2.
Capitalis.	39.	$2\frac{1}{4}$	40.	5	42.	2	43.	3	44	4	46.	$1\frac{1}{4}$	47.	4	48.	$4\frac{1}{4}$
Ala.	15.	3	18.	1	20.	1	20.	4	22.	5	23.	$1\frac{1}{4}$	23.	3	23.	5
Secunda ala.	14.	1	16		16.	4	16.	5	16.	$4\frac{1}{2}$	22.	1	25.	5	28.	$2\frac{1}{4}$
Figens.	121.	$3\frac{1}{4}$	122.	1	122.	4	113.	$0\frac{1}{2}$	123.	3	123.	3	123.	3	123.	2
Stringens.	107.	5	107.	5	107.	$5\frac{1}{4}$	107.	$1\frac{1}{2}$	107.	5	102.	$5\frac{1}{2}$	99.	5	97.	4
Latus interius.	109		115		120		123.	4	126.	3	127.	2	128		128.	4
Latus exterius.	164.	4	163.	2	162.	1	161.	4	160.	4	159		159.	3	158.	$1\frac{1}{2}$
Minor radius.	77.		98		120		141.	$3\frac{1}{2}$	165.	2	166.	1	207.	$1\frac{1}{2}$	218.	3
Distantia polygon.	27.	$5\frac{1}{2}$	33		36.	3	39.	1	41.	1	43.	2	44		46.	5

Lineæ minorum munitionum 2. methodi Holl.

Cortina.	52.	3	52.	5	53.	$1\frac{1}{2}$	53.	3	53.	$4\frac{1}{2}$	54.	2	54.	5	55.	2
Facies.	35		33.	$1\frac{1}{2}$	35.	3	35.	4	35.	5	36.	1	36.	$3\frac{1}{2}$	36.	5
Frons.	35.	5	33.	3	33.	2	33.	$1\frac{1}{2}$	33.	1	32.	5	31.	$3\frac{1}{2}$	32.	2
Semicollum.	13.	3	15.	5	17.	$4\frac{1}{2}$	19.	1	20.	2	20.	5	21.	2	21.	5
Capitalis.	28.	4	30.		31.	1	31.	2	33.	2	34.	$5\frac{1}{2}$	36.	2	37.	3
Ala.	11.	$1\frac{1}{2}$	13.	2	14.	5	16		16.	4	17.	3	17.	$5\frac{1}{2}$	18.	2
Ala secunda.	10.	2	11.	5	12.	2	12.	3	12.	3	16.	$4\frac{1}{2}$	19.	4	21.	5
Figens.	88.	$3\frac{1}{2}$	89.	5	91.	$4\frac{1}{2}$	91.	3	92.	2	93.	1	94		94.	$4\frac{1}{2}$
Stringens.	78.	3	78.	3	79.	$0\frac{1}{2}$	79.	$4\frac{1}{2}$	80.	3	77.	4	76.		75.	
Latus interius.	79.	2	84.	4	88.	4	91.	$5\frac{1}{2}$	94.	3	96.	$0\frac{1}{2}$	97.	$3\frac{1}{2}$	98.	$5\frac{1}{2}$
Latus exterius.	120		120		120		120		120		120.		120.		120.	
Minor radius.	56.	$0\frac{1}{2}$	72.	$0\frac{1}{2}$	88.	$4\frac{1}{2}$	105.	2	123.	3	140.	3	157.	5	175.	3
Distantia polygon.	20.	2	20.	3	27		29.	1	30.	5	32.	5	34.	3	36.	

Anguli

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defensus.	65	74	80	84. 17	87. 30	90	90	90
An. stringentis & Cortinæ	12. 30	17	20. 30	22. 9	23. 45	25	27	28. 38
Stringentis & alæ.	77. 30	73	70	67. 51	66. 15	65	63	61. 22

Lineæ ichnographicæ magnarum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.
Cortina.	72		72		72		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	5	45.	5	45.	0$\frac{1}{2}$	44.	3	44.	5$\frac{1}{2}$	43.	3	42.	4$\frac{1}{2}$	41.	2
Semicollum.	24	3	25.	3	26	2	27.		27.	4	27.	4	27.	5	28.	2
Capitalis.	31.	4	34.	4	37.	3	40.		42.	3$\frac{1}{2}$	45.	1	48.	1	49.	4
Ala.	12.		14.		16.		18.		20.		22.		24.		24.	
Secunda ala.	17.	5	26	2	28.		27.	4$\frac{1}{2}$	26.	3	24.	5	24.	5	28.	
Defensio figens.	120.	5$\frac{1}{2}$	121.	0$\frac{1}{2}$	121.	2	121.	5	122.	2$\frac{1}{2}$	123.		123.	3	123.	2
Stringens.	103.	3	95.	3	94.	4	93.	4$\frac{1}{2}$	97.	4	100.		100.	5	98.	
Latus interius.	121		123		124	5	126.	2	127.	2	127.	2	127.	5	128.	4
Latus exterius.	165.	4	163.	5	162.	1	160.	5	159.	5	159		137.	3	136.	1$\frac{1}{2}$
Minor radius.	85.	3	104.	4	124	4	145.	2	166.	3	183.	3	206.	4$\frac{1}{2}$	248.	2
Distantia polygonor.	22.	23	27.	4	32.	2$\frac{1}{2}$	36.	0$\frac{1}{2}$	39.	2	42.	2	45	1	47.	

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Hollandicæ.

Cortina.	52.	0$\frac{1}{2}$	52.	4	53.	2	33.	4	54.		54.	2	54.	5	55.	2$\frac{1}{2}$
Facies.	34.	4	35.	1	35.	3	33.	5	36.		36.	2$\frac{1}{2}$	36.	3$\frac{1}{2}$	36.	5
Frons.	33.	5$\frac{1}{2}$	33.	4	33.	2	33.	1	33.		32.	5	31.	3	32.	
Semicollum.	17.	4	18.	4	19.	3	20.	1	20.	4$\frac{1}{2}$	20.	5	21.	2	21.	4
Capitalis.	22.	5	25.	2	27.	4	29.	5	32.	0$\frac{1}{2}$	34		36.	4	37.	4
Ala.	8.	4	10.	3$\frac{1}{2}$	12.	5$\frac{1}{2}$	13	3	15.		16.	4	18.	2	18.	2$\frac{1}{2}$
Secunda ala.	12.	5	19.	2	20.	4	20.	4	19.	5$\frac{1}{2}$	18.	4	18.	5	21.	3
Figens.	87.	3	88.	4	89.	4	90.	5	91.	5	92.	5	94		94.	4
Stringens.	74.	5	70.	1$\frac{1}{4}$	70.	0$\frac{1}{2}$	71.	2	73.	2	75.	3	76.	5	75.	2
Latus interius.	87.	3	90.	1	92.	2	94.		95.	3	96.	2$\frac{1}{2}$	97.	2	98.	5
Latus exterius.	120		120.		120		120		120		120.		120.		120.	
Radius minor.	62.		76.	4	92.	2	108.	2$\frac{1}{2}$	124.	4$\frac{1}{2}$	128.	3	157.	3	175.	3
Distantia polygon.	16.	1	20.	2	24		26.	5	291.	3	31.	5$\frac{1}{2}$	34.	5	36.	

Anguli munitionum primæ & secundæ methodi Hollandic.

	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	Linea recta.
	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	23. 43	24.	22. 30	22. 17	20.	18. 57	10.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	1,6.	157. 30	138 49	160.	161. 3	162.	180.
Angulus defensus.	90.	190.	90.	90.	90	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	36.	45.
Ang. capit. opposit.	70.	71. 9	72. 9	73.	73. 45	74. 25	75.	75. 32	96.	83.
Ang. faciei opposit.	65.	63. 51	62. 51	62.	61. 15	60. 38	60.	59. 28	59.	50.
Formator alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.

Lineæ magnarum munitionum primæ & 2. methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Frons.	41. 31	41.	40. 4	4. 1½	39. 5½	19. 4	39. 2	39.	38. 5	34.
Semicollum.	28. 4	29.	29. 2	29. 3	29. 4	29. 5	30.	30. 1	30. 2	33. 5
Capitalis.	49. 4½	50. 3½	51. 2	52.	52. 3	53.	53. 3	54.	54. 2	62. 2½
Ala.	24.	24. 2	24. 3	24. 4	24. 5	25.	25. 1	25. 2	25. 3	28. 3
Ala secunda.	30. 2	31. 4½	33.	34.	34. 4½	35. 3	36.	36. 3	37.	43. 3
Figens.	223. 2	123. 2	123. 2	223. 1½	123. 1½	123. 1½	123. 1½	123. 1	125. 1	123.
Stringens.	96. 1	95.	94. 0½	93.	92. 4½	92. 2	91. 5½	91. 3½	91. 2	88. 1½
Latus interius.	129. 2	129. 5½	130. 2½	130. 5	131. 2	131. 4	132.	132. 2	132. 4	139. 3
Latus exterius.	155. 1	154. 1	152. 1½	156. 3	151. 5	151. 1	150. 4	150.	149. 4	139. 3
Minor radius.	249. 5½	271. 3	293.	314. 4½	336. 4	358. 2	380. 1	402. 0½	424.	0.
Distantia polygon.	48.	49. 1	50.	50. 5	51. 3	52. 1	52. 4	53. 1½	53. 4	62. 1½

Lineæ minorum munitionum 1. & 2. methodi Holland.

Cortina.	55. 4	56.	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	57. 3	57. 4	61. 4½
Facies.	37. 1	37. 2	37. 3	37. 4½	37. 5½	38.	38. 1	38. 2	38. 3	41. 1
Frons.	32. 1	32.	31. 5	31. 4	31. 3	31. 2½	31. 2	31. 1½	31. 1	29. 1
Semicollum.	22. 1	22. 3	22. 5	23. 0½	23. 3	23. 4	25. 5½	24. 0½	24. 2	25. 1
Capitalis.	38. 3	39. 2	40. 1	40. 5	43. 3	42. 1	42. 4	43. 1	43. 3	53. 3
Ala.	18. 4	18. 5	19. 1	19. 3	19. 4	19. 5½	20.	20. 1	20. 2½	24. 2½
Secunda ala.	23. 1½	24. 4	25. 5	26. 4	27. 3	28. 1	28. 4	29. 1	29. 4	37. 2
Figens.	95. 2	96.	96. 3	96. 5½	97. 3	97. 5	98. 1	98. 3	98. 4	105. 3
Stringens.	74. 2	73. 3½	73. 4	73. 3	73. 2	73. 1½	73. 1	73. 1	73. 1	75. 4
Latus interius.	100.	101. 1	102. 1	103.	103. 5	104. 3	104. 3½	105. 5	106. 2	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radius.	193. 2	211. 2	229. 3	247. 4	266. 0½	284. 2½	302. 5	321. 2½	340.	0.
Distantia polygon.	37. 1	38. 1½	39. 1	40.	40. 4½	41. 2½	4.	42. 3	43.	53. 3

	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	Linea recta.

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandic.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	25. 43	24.	22. 30	21. 11	20.	18. 57	18.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	136.	157. 30	158. 49	160.	161. 39	162.	180.
Angulus defensus.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	37. 30	45.
Ang. ftring. & alæ.	60.	58. 51	57. 51	57.	56. 15	55. 35	55.	54. 28	52. 30	45.

Lineæ majorum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Frons.	41. 3	41. 0½	40. 4	40. 1½	39. 5½	39. 3½	39. 2	39.	38. 5	33. 5½
Semicollum.	28. 3½	29.	19. 2	29. 3½	19. 5	30.	30. 1	30. 2½	30. 3½	33. 5½
Capitalis.	49. 4	50. 2	50. 5	5. 1½	51. 4	52.	32. 2	52. 3½	52. 5	37. 5½
Ala.	24.	24.	24.	24.	24.	14.	24.	24.	24.	24.
Ala fecunda.	30. 2½	32. 2	33. 5	35.	36. 0½	37.	37. 4	38. 2½	38. 5½	48. /
Figens.	123. 2	123. 1	123.	122. 5½	122. 5	122. 4	122. 4	122. 3½	122. 3	120. 4
Stringens.	96.	94. 2½	93. 0½	92.	91. 1	90. 4	89. 5	89. 1½	88. 5	81. 5½
Latus interius.	129. 1	130. 0½	130. 4	131. 1	131. 5	132.	132. 3	132. 5	133. 1	139. 5
Latus exterius.	155. 1	154. [illegible]	153. 1½	152. 3	151. 5	151. 1	150. 4	130. 1	149. 4	139. 5½
Minor radius.	249. 3	291. 4	295. 5	315. 2	337. 3	359 3	381. 2½	403. 4½	425. 3	0.
Diftantia polygon.	48.	48. 5	49. 3	50. 1	50. 4	51. 1	53. 3	51. 5	52.	57. 3½

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Holland.

Cortina.	55. 4	56. 1	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	57. 3	57. 4	61. 4
Facies.	36. 5	37. 1	37. 3	37. 4½	37. 5½	38. 0½	38. 1	38. 2	38. 4	41. 1
Frons.	32.	32.	31. 5	31. 4	31. 3	31. 2½	31. 2	31. 1	31. 0½	29. 0½
Semicollum.	22. 0½	22. 3½	23.	23. 1½	23. 2	23. 5	24.	24. 2	24. 3	29. 0½
Capitalis.	38. 2½	39. 1	39. 4½	40. 2	40. 5	41. 1½	41. 4	42.	42. 2	49. 4
Ala.	18. 3	18. 4	18. 4½	18. 5	19.	19.	19. 0½	19. 1	19. 1½	20. 3½
Secunda ala.	23. 5	25. 1	26. 3	26. 1½	28. 3	29. 2	30.	30. 4	31. 1½	20. 3½
Figens.	95. 2½	95. 5	96. 1½	96. 4	97. 0½	97. 2½	97. 4	98.	98. 1	103. 3
Stringens.	74. 1½	73. 3	72. 5	72. 3	72.	71. 5½	71. 3½	71. 2	71. 1½	70. 3
Latus interius.	100. 1	101. 1½	102. 1½	102. 1½	104. 1	104. 5	105. 3	106. 4	106. 4	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radins.	193.	227.	231.	148.	266. 4	285. 2	303. 5	323. 3	341. 1	0.
Diftantia polygon.	36. 5	38.	38. 1½	39. 2½	40.	40. 1½	41.	41. 3	41. 5	49. 4

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII. XII. XIII. XIV.

Anguli munitionum secundum Marolois.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72.	60.	51. 26	45.	40.	36.	32. 22	30.	27. 31	25. 43
Angulus Polyg.	90.	108.	120.	128. 30	135.	140.	140.	147. 16	150.	152. 15	154. 18
Semiang. Polyg.	45.	54.	60.	64. 15	67. 30	70.	70.	73. 38	75.	76. 7	77. 9
Angul. defensus.	60.	69.	75.	79. 17	82. 30	85.	87.	88. 38	90.	90.	90.
Semiang. defens.	30.	34. 3	37. 39	39. 38	41. 15	42. 30	43. 50	44. 19	45.	45.	45.
Ang. imminutus.	15.	19. 30	22. 30	24. 38	26. 15	27. 30	28. 30	29. 21	30.	31. 40	32. 9
Ang. exterior 2. stringentium.	150.	141.	135.	130. 43	127. 30	125.	123.	121. 21	120.	117. 40	115. 43
Angul. opposit. collo.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.
Ang. oppos. alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.
Ang. alæ & faciei.	105.	109. 30	112. 30	114. 37	116. 20	117. 30	118. 50	119. 19	120.	121. 12	122. 9
Ang. oppos. faciei.	95.	86.	80.	75. 43	72. 50	70.	68.	66. 22	65.	63. 51	62. 51
Angulus opposit. capitali.	55.	59. 30	62. 30	64. 39	66. 25	67. 50	68. 30	69. 20	70.	71. 9	72. 9

Lineæ majorum munitionum secundum Marolois.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Ala.	15. 3	17. 3	19.	20. 2	22. 2	2x. 1	22. 0$\frac{1}{2}$	23. 3$\frac{1}{2}$	24. 1$\frac{1}{2}$	24. 2	24. 3
Semicollum.	18. 2$\frac{1}{2}$	20. 5	22. 4$\frac{1}{2}$	24. 1$\frac{1}{2}$	25. 3	26. 2$\frac{1}{2}$	27. 2	28. 1	29.	29.	29. 2
Secunda ala.	14. 2	22. 5	26.	27. 4	28. 4$\frac{1}{2}$	29. 2$\frac{1}{2}$	30.	30. 1$\frac{1}{2}$	30. 3	31. 4$\frac{1}{2}$	35.
Capitalis.	39. 3	41. 3	43. 1	44. 5	46. [illegible]	47. 1	48.	49.	49. 5	50. 3$\frac{1}{2}$	51.
Defensio Figens.	121. 4	122.	122. 3	122. 3	122. 4	122. 5	132.	123. 1	123. 2	123. 2	123. 2
Latus interius.	108. 3	113. 5	117. 3	120. 3	122. 5	124. 5	126. 3$\frac{1}{2}$	128. 1	129. 2	101. 1	102. 1
Latus extern.	164 4$\frac{1}{2}$	162. 3	160. 2	159. 1	158.	157. 2	156. 2	156. 5$\frac{1}{2}$	155. 1	154. 1	152. 1$\frac{1}{2}$
Distantia polyg.	27. 5$\frac{1}{2}$	35. 5	37. 3	40. 3	42. 3	44. 2	45. 5	47.	48.	49. 1	50.
Minor radius.	77.	96. 2	117. 3	138. 3	160. 1$\frac{1}{2}$	182.	204. 2	227.	249.	271. 3	293.

Anguli

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI.

Anguli munitionum secundum Erardum.

Angulus centri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus Polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	147. 3/11	150.
Semiangul. Polygon.	45.	54.	60.	64. 2/7	67. 1/2	70.	72.	73. 7/11	75.
Angulus defensus.	60.	78.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Semiangulus defensus.	30.	39.	45.	45.	45.	45.	45.	45.	45.
Angulus imminutus.	15.	15.	15.	19. 2/7	22. 1/2	25.	27.	28. 7/11	30.
Semiang. stringentium.	75.	75.	75.	75. 5/7	67. 1/2	65.	63.	61. 4/11	60.
Angulus stringentium.	150.	150.	150.	141. 3/7	135.	130.	126.	222. 8/11	120.
Angulus oppositus alæ.	105.	105.	105.	109. 2/7	112. 1/2	115.	117.	118. 7/11	120.
Angul. alæ, & cortinæ.	60.	60.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.

Anguli munitionum methodi compositæ.

Angulus centri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	247. 3/11	150.
Angulus defensus.	60.	69.	75.	79. 2/7	82. 1/2	85.	87.	88. 7/11	90.
Angulus imminut.	15.	19. 1/2	22. 1/2	24. 9/14	26. 1/4	27. 1/2	28. 1/2	29. 7/22	30.
Angulus humeti.	105.	109. 1/2	122. 1/2	114. 9/14	116. 1/4	217. 1/2	118. 1/2	219. 7/22	120.
Complentum humeti.	75.	70. 1/2	62. 1/2	65. 5/14	63. 3/4	62. 1/2	61. 1/2	60. 7/22	60.
Angulus defendens.	150.	141.	133.	130. 5/7	127. 1/2	125.	123.	120. 4/11	120.

Lineæ munitionum methodi compositæ.

Radius minor.	73. 2	96.	218. 4	241. 2	164. 1	187. 1	210.	233. 1 1/2	256. 2
Latus interius.	103. 5	123. 1 1/2	118. 4	121. 4	125. 4 1/2	128.	129. 1 1/2	131. 2	132. 4
Linea capital.	43.	42.	42.	42. 2	42. 2 1/2	42. 2 1/2	43.	43. 1 1/2	43. 3
Semicollum.	26.	20. 4	23. 2	25. 4	16. 5	28.	28. 5	29. 4	30. 3
Secunda ala.	14. 5	21. 5	28. 2	32. 1/2	35. 3	37. 2 1/2	38. 5	40.	45. 5
Stringens.	117. 3	102.	93.	91. 1	88. 4	87.	85. 4 1/2	84. 4 1/2	84.
Figens.	122. 1	122. 0 1/2	121. 5	121. 4	121.	121. 3	121. 2 1/4	121. 2	121.
Productio alæ.	30. 1	34.	36. 2	38.	40. 1/2	40. 1	40. 5 1/2	41. 3	42.
Latus exterius.	164. 4	162. 3	160. 4	159. 1 1/2	150. 0 1/2	157. 2	156. 2	155. 4	155. 2
Major radius.	123.	276. 1	321. 2	367.	413. 1	459. 1 1/2	506.	552. 2	599. 2 1/2

Tabula ſectionum verticalium ſumptarum perpendiculariter ad facies.

	Pedes.				Pedes.	Pedes.
Craſſities ima horiz. valli.	54.	60.	66.	72.	78.	84.
Eriſma exterius valli.	6.	7.	$7\frac{1}{2}$.	8.	9.	9.
Eriſma interius valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Altitudo valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Craſſities ſuperior valli.	36.	39.	$43\frac{3}{7}$	48.	51.	57.
Craſſities ima loricæ.	11.	14.	15.	18.	20.	24.
Eriſma exterius loricæ.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	11.	9.	12.	15.	17.	21.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{6}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{5}{6}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{5}{6}$.
Planities vallaris.	21.	22.	$25\frac{1}{2}$.	27.	28.	30.
Statio provallaris.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Lorica provallaris æqualis eſt loricæ vallari.						
Margo.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Foſſæ ſuperior latitudo.	72.	84.	96.	108.	120.	132.
Eriſma utrumque foſſæ.	10.	10.	10.	12.	12.	12.
Latitudo inferior foſſæ.	52.	64.	76.	84.	96.	108.
Via tecta.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Baſis loricæ ſuburbanæ.	60.	69.	69.	70.	74.	79.
Eriſma interius loricæ ſuburb.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo loricæ ſuburb.	6.	6.	6.	6.	6.	6.

Tabula

Tabula sectionis verticalis munitiuncularum.

	1. Ordo. Pedes.	2. Ordo. Pedes.	3. Ordo. Pedes.	4. Ordo. Pedes.
Crassities ima valli.	44.	36.	24.	20.
Erisma exterius.	6.	3	2.	2.
Erisma interius.	8.	6.	4.	4.
Altitudo valli.	8.	6.	4.	4.
Crassities superior valli.	30.	27.	18.	14
Crassities ima loricæ.	$16\frac{1}{4}$	13.	10.	8.
Erisma exterius loricæ.	$3\frac{1}{4}$	2	2.	2.
Erisma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	5.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.
Crassities superior loricæ.	12.	10.	7.	5.
Latitudo suppedanei.	3.	3.	3.	3.
Altitudo suppedanei.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Statio vallaris.	$10\frac{1}{4}$	11.	5.	3.
Margo.	6.	3.	3.	2.
Latitudo superior fossæ.	41.	30.	24.	16.
Profunditas fossæ.	8.	7	6	6.

Tabula subtensarum Poligoni interioris.

Pedes.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Radius.	96.	118.	141.	164.	187.	210.	233.	256.
Latus interius.	113.	118.	122.	125.	128.	129.	131.	132.
Subtensa duorum laterum.	182.	205.	221.	231.	140.	247.	252.	256.
Subtensa trium.			275.	303.	324.	339.	352.	362.
Subtensa quatuor.					368.	399.	414.	444.
Subtensa quinque.							411.	494.

Tabula subtensarum Polygoni exterioris.

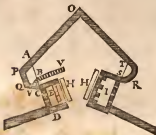
Radius.	118.	161.	$183\frac{1}{2}$	$206\frac{1}{2}$	$229\frac{1}{2}$	253.	270.	$299\frac{1}{2}$
Latus exterius.	162.	160.	159.	158.	157.	156.	155.	155.
Subtensa duorum laterum.	162.	177.	287.	292.	295.	297.	298.	299.
Subtensa trium.			357.	281.	393.	410.	417.	424.
Subtensa quatuor.					452.	481.	502.	519.
Subtensa quinque.							547.	579.

PROPO

PROPOSITIO XXXIV.

Alarum, & stationum dispositio.

In omnibus ferè munitionum diagrammatibus supra traditis, propugnaculorum alæ sunt simplices, & rectæ, quia ita ab aliquibus architectis efformantur. Quia tamen quam plurimi in hac arte periti, auriculas magnifaciunt, in iisque multum præsidii se expertos asserunt; ideo ad earum descriptionem descendendum est.



Ala communiter in tres partes dividitur, quarum unam stationes tormentorum, unam auricula sibi vendicat. Statio inferior E alias caza armata *casematte* dicebatur, eò quòd fornice tegeretur; sed fumus eam ferè reddebat inutilem, & ipse fornix qui facilè disjici poterat periculosam, ideoque eum apertum relinquimus.

Ejus latitudo CD tertiam alæ partem continet, seu 6. exapedas, quæ duabus bombardis sufficiunt. Retrocedit autem duabus exapedis, ut melius ab auricula tegatur. Nonnulli lineam semicolli interius detorquent, ut tormentum cortinæ proximum ad faciem dirigatur.

Stationis infimæ profunditas 9 aut 10 exapedas habet, tres lorica, 4 aut quinque ipsa bombardæ statio & retrocessio, duas fornix continendis instrumentis accommodatus sibi vendicant.

Finis superioris stationis H, idem est ac inferioris, nempe ad defendendam faciem oppositam, disjiciendamque vineam qua fossor ad eam adrepit, constat autem simplici lorica 4 aut quinque pedes alta duabus aut tribus exapedis crassa.

Humerus, & auricula stationes tegunt, nempè ut tormenta bellica faciem oppositam videant, nec tamen ab hostibus videantur. Constant autem aut quadrario lapide, aut aggesto cespite, addito tamen lapideo, aut laterito muro. Ad formandum humerum, ala AD in tres partes dividitur, nempe AB, BC, CD, productaque ala, ita ut AP sit æqualis AB, ducitur PQ parallela AC, tum linea CQ ad apicem propugnaculi oppositi dirigitur, atque ita habetur auricula polygona, quam plerique humerum vocant.

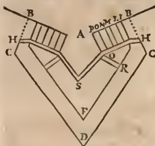
Ad formandam auriculam circularem R, suprà linea AC, aut semicirculus, aut arcus paulò minor describitur.

Debet item formari gradus quibus in fossam descendatur ut vides in VV, præcipuè si sicca sit fossa, atque ita defensio operum externorum, & eruptiones facillimæ evadunt.

PROPOSITIO XXXV.

Dispositio partium propugnaculi secundùm mentem Comitis De Pagan.

Tria tormentorum suggesta quæ Comes de Pagan, in singulis alis collocat, & parvum propugnaculum, quod intra majus extruit, ejus dispositionem immutant. Vult igitur primò lineas se-



micolli 30 ut plurimum exapedarum, & alas 25 mediam partem alæ suggestis tribuit, quare eorum latitudo HB duodecim exapedarum, quatuor tormentis statuendis sufficit, hoc est duodecim aut tredecim in singulis alis.

Secundò semicollum AB non jacet in directum cortinæ; sed unam lineam componit cum linea defensionis maxima, ut tormenta bellica ad apicem oppositi propugnaculi dirigantur.

Tertiò lorica cujuslibet stationis habet tres exapedas, statio ipsa tormenti, & spatium ad retrocedendum quinque exapedas habet, major est difficultas pro stationum altitudine, ideoque altiora valla cogitur construere.

Prima statio computata lorica duodecim pedibus supra fossam eminet, quæ in hoc loco profundior esse potest, ad evitandas clandestinas ho-



stium irruptiones. Quare cum fossæ profunditas sit pedum duodecim, hæc statio 24 pedibus attolletur.

Secunda statio primam, & tertia secundam superabit, octo saltem pedibus tota altitudo erit 40 pedum, ab ima fossa, detractis autem 12 pedibus profunditatis fossæ, & 6 loricæ, altitudo valli erit 22 pedum. Posset item tamen statio evehi supra vallum, si humilius foret. Figura stationum sectionem verticalem exhibet.

PROPOSITIO XXXVI.

Circa munitionis diagramma ichnographicum vallum, viam tectam, & ejus acclivitatem describere.

Lineæ ichnographicæ quas hactenus duximus, solam interiorem fossæ crepidinem exhibent cum tamen architectus totum vallum, viam tectam & ejus acclivitatem in solo notare debeat, ad dirigendum, & prius in charta, ut omnia ordine procedant, loricæ tamen non describuntur, eò quòd in ipso vallo jam extructo excitentur. Communiter tabulis utimur quarum aliquæ valli fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis latitudinem sumptam in angulis, aliæ verò in medio cortinæ exhibent. Eâdem autem scalâ utimur, quâ totam ichnographiam perfecimus.

Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens secundùm angulum munitionis.

	IV. Exapedæ	V. Exap.	VI. Exap.	VII. Exap.	VIII. Exap.	IX. Exap.	X. Exap.	XI. Exap.	XII. Exap.
Vallum H A	$21\frac{1}{7}$	$18\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{4}$	$16\frac{1}{3}$	$16\frac{2}{3}$	$15\frac{20}{21}$	$15\frac{2}{3}$	$15\frac{14}{20}$	$15\frac{1}{3}$
Fossa G I	40	$35\frac{1}{5}$	$32\frac{5}{6}$	$31\frac{1}{3}$	$30\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$	29	$28\frac{1}{2}$	$28\frac{3}{7}$
Via tecta IK	8	7	$6\frac{1}{3}$	$6\frac{17}{61}$	$6\frac{4}{61}$	$5\frac{63}{69}$	$5\frac{55}{68}$	$5\frac{50}{69}$	$5\frac{4}{7}$
acclivitas KL	20	$17\frac{1}{3}$	$16\frac{1}{2}$	$15\frac{2}{3}$	$15\frac{1}{6}$	$14\frac{5}{6}$	$14\frac{2}{3}$	$14\frac{2}{5}$	$14\frac{3}{7}$

Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens, in medio cortinæ,

Vallum M N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Fossa N O	29	$26\frac{4}{9}$	$27\frac{1}{3}$	28	$22\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{3}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{8}$	23
Via tecta OP	$4\frac{1}{3}$	$4\frac{2}{3}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{2}{3}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{3}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{3}$
acclivitas PT	$10\frac{1}{2}$	$10\frac{5}{9}$	$10\frac{7}{9}$	11	$11\frac{1}{6}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{2}{9}$	$11\frac{1}{3}$

Tabularum usus facilis est, ducatur ex centro munitionis diameter BAL, & lineæ BN, per



medium cortinæ, tum mensoræ ex tabulis decerptæ, in hujusmodi lineas transferantur. Proponatur verbi gratiâ exagonum, latitudo ejus quæ in lineis diagonalibus est exapedarum $17\frac{1}{4}$ introrsum notetur ex A in H, tum ducatur parallela HH. Hæc linea HH potest etiam invenire assumpta linea NM exapedarum 15.

Pro fossæ latitudine invenies in eadem tabula exapedas $32\frac{5}{6}$ quæ transferentur ex G in I, in secunda verò $27\frac{1}{3}$ quæ statues ex N in O, ducesque lineam O I. Pro viæ tecta in prima tabula habentur exapedæ $6\frac{1}{3}$ transferendæ ex I in K, & in secundæ $4\frac{1}{2}$ transferendæ ex O in P, ducesque lineam KP.

Denique pro acclivitate loricæ transferes in KL exapedas $16\frac{1}{2}$ & in PT $10\frac{7}{9}$.

Plurimi fossam circulariter describunt ante propugnaculi angulum, cujus praxis rationem in primo libro attulimus.

Alii latitudinem fossæ, viæ tectæ, & acclivitatis ejus in linea ad faciem propugnaculi perpendicularem ducunt, vallum vero in lineæ ad cortinam recta determinant,

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Anguli munitionum ſecundùm methodum ſecundam Hollandicam.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defenſus.	60	72	80	85. 43	90	90	90	90
Stringent. & cortin.	15	18	20	21. 26	22. 30	25	27	28. 48
Oppoſitus capitali.	55	58	60	61. 26	62. 30	65	67	68. 38
Oppoſitus faciei.	95	86	80	75. 43	72. 30	70	68	66. 22
Oppoſitus alæ.	40	40	40	40	40	40	40	40

Lineæ magnarum munitionum 2. methodi Hollandicæ.

	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.
Cortina.	72		72		71		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	2	45.	4	45.	$0\frac{1}{2}$	44.	4	44.	3	43.	3	41.	$4\frac{1}{2}$	42	
Semicollum.	18.	$2\frac{1}{4}$	21.	4	24		25.	$4\frac{1}{2}$	27.	$1\frac{1}{2}$	27.	4	28		18.	2.
Capitalis.	39.	$2\frac{3}{4}$	40.	5	42.	2	43.	3	44.	4	46.	$1\frac{3}{4}$	47.	4	48.	$4\frac{1}{4}$
Ala.	15.	3	18.	1	20.	1	20.	4	22.	5	23.	$1\frac{1}{4}$	23.	3	23.	5
Secunda ala.	14.	1	16		16.	4	16.	5	16.	$4\frac{1}{2}$	22.	1	25.	5	28.	$2\frac{1}{4}$
Figens.	121.	$3\frac{1}{4}$	122.	1	122.	4	113.	$0\frac{1}{2}$	123.	3	123.	3	113.	3	123.	2
Stringens.	107.	5	107.	5	107.	$5\frac{1}{4}$	107.	$1\frac{1}{2}$	107.	5	102.	$5\frac{1}{2}$	99.	5	97.	4
Latus interius.	109		115		120		123.	4	126.	3	127.	2	128		128.	4
Latus exterius.	164.	4	163.	2	162.	1	161.	4	160.	4	159		159.	3	158.	$1\frac{1}{2}$
Minor radius.	77.		98		120		141.	$3\frac{1}{2}$	165.	2	166.	1	207.	$1\frac{1}{2}$	228.	3
Diſtantia polygon.	17.	$5\frac{1}{2}$	33		36.	3	39.	1	41.	1	43.	2	44		46.	5

Lineæ minorum munitionum 2. methodi Holl.

Cortina.	52.	3	52.	5	53.	$1\frac{1}{2}$	53.	3	53.	$4\frac{1}{2}$	54.	2	54.	5	55.	2
Facies.	35		35.	$1\frac{1}{2}$	35.	3	35.	4	35.	5	36.	1	36.	$3\frac{1}{2}$	36.	5
Frons.	35.	5	33.	3	33.	2	33.	$1\frac{1}{2}$	33.	1	32.	5	31.	$3\frac{1}{2}$	32.	2
Semicollum.	13.	3	15.	5	17.	$4\frac{1}{2}$	19.	1	20.	2	20.	5	21.	2	21.	5
Capitalis.	28.	4	30.		31.	1	31.	2	33.	2	34.	$5\frac{1}{2}$	36.	2	37.	3
Ala.	11.	$1\frac{1}{2}$	13.	2	14.	5	16		16.	4	17.	3	17.	$5\frac{1}{2}$	18.	2
Ala ſecunda.	10.	2	11.	5	12.	2	12.	3	12.	3	16.	$4\frac{1}{2}$	19.	4	21.	5
Figens.	88.	$3\frac{1}{2}$	89.	5	91.	$4\frac{1}{2}$	91.	3	92.	1	93.	1	94		94.	$4\frac{1}{2}$
Stringens.	78.	3	78.	3	79.	$0\frac{1}{2}$	79.	$4\frac{1}{2}$	80.	3	77.	4	76.		75.	
Latus interius.	79.	2	84.	4	88.	4	91.	$5\frac{1}{2}$	94.	3	96.	$0\frac{1}{2}$	97.	$3\frac{1}{2}$	98.	$5\frac{1}{2}$
Latus exterius.	120		120		120		120		120		120.		120.		120.	
Minor radius.	56.	$0\frac{1}{2}$	72.	$0\frac{1}{2}$	88.	$4\frac{1}{2}$	105.	2	123.	3	140.	3	157.	5	175.	3
Diſtantia polygon.	20.	2	20.	3	27		29.	1	30.	5	32.	5	34.	3	36.	

Anguli

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defensus.	65	74	80	84. 17	87. 30	90	90	90
An. stringentis & Cortinæ	12. 30	17	20. 30	22. 9	23. 45	25	27	28. 38
Stringentis & alæ.	77. 30	73	70	67. 31	66. 15	65	63	61. 22

Lineæ ichnographicæ magnarum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex.	P.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.
Cortina.	72		72		72		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	5	45.	5	45.	$0\frac{1}{2}$	44.	3	44.	$5\frac{1}{2}$	43.	3	42.	$4\frac{1}{2}$	42.	2
Semicollum.	24	3	25.	3	26	2	27.		27.	4	27.	4	27.	5	28.	2.
Capitalis.	31.	4	34.	4	37.	3	40.		42.	$3\frac{1}{2}$	45.	1	48.	1	49.	4
Ala.	12.		14.		16.		18.		20.		22.		24.		24.	
Secunda ala.	17.	5	26	1	28.		27.	$4\frac{1}{2}$	26.	3	24.	5	24.	5	28.	
Defensio figens.	120.	$5\frac{1}{2}$	121.	$0\frac{1}{2}$	121.	2	121.	5	122.	$2\frac{1}{2}$	123.		113.	3	123.	2
Stringens.	103.	3	95.	3	94.	4	93.	$4\frac{1}{2}$	97.	4	100.		100.	3	98.	
Latus interius.	121		123		124	5	126.	1	127.	2	127.	2	127.	5	128.	4
Latus exterius.	165.	4	163.	5	162.	1	160.	5	159.	5	159		137.	3	156.	$1\frac{1}{2}$
Minor radius.	85.	3	104.	4	124	4	145.	2	166.	3	183.	3	206.	$4\frac{1}{2}$	248.	2
Distantia polygonor.	22.	23	27.	4	32.	$2\frac{1}{2}$	36.	$0\frac{1}{2}$	39.	2	42.	2	45	1	47.	

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Hollandicæ.

Cortina.	52.	$0\frac{1}{2}$	52.	4	53.	2	33.	4	54.		54.	2	54.	5	55.	$1\frac{1}{2}$
Facies.	34.	4	35.	1	35.	3	35.	5	36.		36.	$1\frac{1}{2}$	36.	$3\frac{1}{2}$	36.	5
Frons.	33.	$5\frac{1}{2}$	33.	4	33.	2	33.	1	33.		32.	5	32.	3	32,	
Semicollum.	17.	4	18.	4	19.	3	20.	1	20.	$4\frac{1}{2}$	20.	5	21.	2	21.	4
Capitalis.	22.	5	25.	2	27.	4	29.	3	31.	$0\frac{1}{2}$	34		36.	4	37.	4
Ala.	8.	4	10.	$3\frac{1}{2}$	11.	$5\frac{1}{2}$	13	3	15.		16.	4	18.	2	18.	$2\frac{1}{2}$
Secunda ala.	12.	5	19.	1	20.	4	20.	4	19.	$5\frac{1}{2}$	18.	4	18.	5	21.	3
Figens.	87.	3	88.	4	89.	4	90.	5	91.	5	92.	5	94		94.	4
Stringens.	74.	5	70.	$1\frac{3}{4}$	70.	$0\frac{1}{2}$	71.	2	73.	2	75.	3	76.	5	75.	2
Latus interius.	87.	3	90.	1	92.	2	94.		95.	3	96.	$2\frac{1}{2}$	97.	2	98.	5
Latus exterius.	120		120.		120		120		120		120.		120.		120.	
Radius minor.	61.		76.	4	92.	2	108.	$2\frac{1}{2}$	124.	$4\frac{1}{2}$	128.	3	157.	3	175.	3
Distantia polygon.	16.	1	20.	2	24		26.	5	291.	3	31.	$5\frac{1}{2}$	14.	5	36.	

Anguli munitionum primæ & secundæ methodi Hollandic.

	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.	Lineæ rectæ.
	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	25. 43	24.	22. 30	22. 17	20.	18. 57	10.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	156.	157. 30	158 49	160.	161. 3	162.	180.
Angulus defensus.	90.	90.	90.	90.	90	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	36.	45.
Ang. capit. opposit.	70.	71. 9	72. 9	73.	73. 45	74. 25	75.	75. 32	96.	85.
Ang. faciei opposit.	65.	63. 51	62. 51	62.	61. 15	60. 38	60.	59. 28	59.	50.
Formator alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.

Lineæ magnarum munitionum primæ & 2. methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Frons.	41. 31	41.	40. 4	4. 1½	39. 5½	19. 4	39. 2	39.	38. 5	34.
Semicollum.	28. 4	29.	29. 2	29. 3	29. 4	29. 5	30.	30. 1	30. 2	33. 5
Capitalis.	49. 4½	50. 3½	51. 2	52.	52. 3	53.	53. 3	54.	54. 2	62. 2½
Ala.	24.	24. 2	24. 3	24. 4	24. 5	25.	25. 1	25. 2	25. 3	28. 3
Ala secunda.	30. 2	31. 4½	33.	34.	34. 4½	35. 3	36.	36. 3	37.	43. 3
Figens.	123. 2	123. 2	123. 2	223. 2½	123. 1½	123. 1½	123. 1½	123. 1	123. 1	123.
Stringens.	96. 1	95.	94. 0½	93.	92. 4½	92. 2	91. 5½	91. 3½	91. 2	88. 1½
Latus interius.	129. 2	129. 5½	130. 2½	130. 3	131. 2	131. 4	132.	132. 2	132. 4	139. 5
Latus exterius.	155. 1	154. 1	152. 1½	156. 3	151. 5	151. 1	150. 4	150.	149. 4	139. 5
Minor radius.	249. 5½	271. 3	293. [illegible]	314. 4½	336. 4	358. 2	380. 1	402. 0½	424.	0.
Distantia polygon.	48.	49. 1	50.	50. 5	51. 3	52. 1	52. 4	53. 1½	53. 4	62. 1½

Lineæ minorum munitionum 1. & 2. methodi Holland.

Cortina.	55. 4	56.	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	37. 3	57. 4	61. 4½
Facies.	37. 1	37. 2	37. 3	57. 4½	37. 5½	38.	38. 1	38. 2	38. 3	41. 1
Frons.	32. 1	32.	31. 3	31. 4	31. 3	31. 2½	31. 2	31. 1½	31. 1	29. 1
Semicollum.	22. 1	22. 3	22. 5	23. 0½	23. 3	23. 4	25. 5½	24. 0½	24. 2	25. 1
Capitalis.	38. 3	39. 2	40. 1	40. 5	43. 3	42. 1	42. 4	43. 1	43. 3	53. 3
Ala.	18. 4	18. 5	19. 1	19. 3	19. 4	19. 5½	20.	20. 1	20. 2½	24. 2½
Secunda ala.	23. 1½	24. 4	23. 5	26. 4	27. 3	28. 1	28. 4	29. 1	29. 4	37. 2
Figens.	95. 2	96.	96. 3	96. 5½	97. 3	97. 5	98. 1	98. 3	98. 4	105. 3
Stringens.	74. 2	73. 5½	73. 4	73. 3	73. 2	73. 1½	73. 1	73. 1	73. 1	75. 4
Latus interius.	100.	101. 1	102. 1	103.	103. 5	104. 3	104. 5½	105. 5	106. 2	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radius.	193. 2	211. 2	229. 3	247. 4	266. 0½	284. 2½	302. 5	321. 2½	340.	0.
Distantia polygon.	37. 1	38. 1½	39. 1	40.	40. 4½	41. 2½	42.	42. 3	43.	53. 3

Anguli

XII. XIII. XIV. XV. XVI. XVII. XVIII. XIX. XX. Linea recta.

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandic.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	25. 43	24.	22. 30	21. 11	20.	18. 57	18.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	156.	157. 30	158. 49	160.	161. 39	162.	180.
Angulus defensus.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	37. 30	43.
Ang. ſtring. & alæ.	60.	58. 51	57. 51	57.	56. 15	55. 35	55.	54. 28	52. 30	45.

Lineæ majorum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Frons.	41. 3	41. 0 1/2	40. 4	40. 1 1/2	39. 5 1/2	39. 3 1/2	39. 2	39.	38. 5	33. 5 1/2
Semicollum.	28. 3 1/2	29.	29. 2	29. 3 1/2	29. 5	30.	30. 1	30. 2 1/2	30. 3 1/2	33. 5 1/2
Capitalis.	49. 4	50. 2	50. 5	5. 1 1/2	51. 4	52.	52. 2	52. 3 1/2	52. 5	57. 5 1/2
Ala.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24	24.
Ala ſecunda.	30. 2 1/2	32. 2	33. 5	35.	36. 0 1/2	37.	37. 4	38. 2 1/2	38. 5 1/2	48.
Figens.	123. 2	123. 1	123.	122. 5 1/2	122. 5	122. 4	122. 4	122. 3 1/2	122. 3	120. 4
Stringens.	96.	94. 2 1/2	93. 0 1/2	92.	91. 1	90. 4	89. 5	89. 1 1/2	88. 5	81. 5 1/2
Latus interius.	129. 1	130. 0 1/2	130. 4	131. 1	131. 5	132.	132. 3	132. 5	133. 1	139. 5
Latus exterius.	155. 1	154. 1	153. 1 1/2	152. 3	151. 5	151. 1	150. 4	130. 1	149. 4	139. 5 1/2
Minor radius.	249. 3	291. 4	295. 5	315. 2	337. 3	359 3	381. 2 1/2	403. 4 1/2	425. 3	0.
Diſtantia polygon.	48.	48. 5	49. 3	50. 1	50. 4	51. 1	53. 3	51. 5	52.	57. 5 1/2

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Holland.

Cortina.	55. 4	56. 1	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	57. 3	57. 4	61. 4
Facies.	36. 5	37. 1	37. 3	37. 4 1/2	37. 5 1/2	38. 0 1/2	38. 1	38. 2	38. 4	41. 1
Frons.	32.	32.	31. 5	31. 4	31. 3	31. 2 1/2	31. 2	31. 1	31. 0 1/2	29. 0 1/2
Semicollum.	22. 0 1/2	22. 3 1/2	23.	23. 1 1/2	23. 2	23. 5	24.	24. 2	24. 3	29. 0 1/2
Capitalis.	3?. 2 1/2	39. 1	39. 4 1/2	40. 2	40. 5	41. 1 1/2	41. 4	42.	42. 2	49. 4
Ala.	18. 3	18. 4	18. 4 1/2	18. 5	19.	19.	19. 0 1/2	19. 1	19. 1 1/2	20. 3 1/2
Secunda ala.	23. 5	25. 1	26. 3	26. 1 1/2	28. 3	29. 2	30.	30. 4	31. 1 1/2	20. 3 1/2
Figens.	95. 2 1/2	95. 5	96. 1 1/2	96. 4	97. 0 1/2	97. 2 1/2	97. 4	98.	98. 1	103. 3
Stringens.	74. 1 1/2	73. 3	72. 5	72. 3	72.	71. 5 1/2	71. 3 1/2	71. 2	71. 1 1/2	70. 3
Latus interius.	100. 1	101. 1 1/2	102. 1 1/2	102. 1 1/2	104. 1	104. 5	105. 3	106. 4	106. 4	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radius.	193.	227.	231.	248.	266. 4	285. 2	303. 5	323. 3	341. 1	0.
Diſtantia polygon.	36. 5	38.	38. 1 1/2	39. 2 1/2	40.	40. 1 1/2	41.	41. 3	41. 5	49. 4

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII. XII. XIII. XIV.

Anguli munitionum secundum Marolois.

	gn m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72.	60.	51. 26	45.	40.	36.	32. 22	30.	27. 31	25. 43
Angulus Polyg.	90.	108.	120.	128.30	135.	140.	140.	147.16	150.	152.15	154.18
Semiang. Polyg.	45.	54.	60.	64. 15	67. 30	70.	70.	73. 38	75.	76. 7	77. 9
Angul. defensus.	60.	69.	75.	79. 17	82. 30	85.	87.	88. 38	90.	90.	90.
Semiang. defens.	30.	34. 3	37. 39	39. 38	41. 15	42. 30	43. 30	44. 19	45.	45.	45.
Ang. imminutus.	15.	19. 30	22. 30	24. 38	26. 15	27. 30	28. 30	29. 21	30.	31. 40	32. 9
Ang. exterior 2. stringentium.	150.	141.	135.	130.43	127.30	125.	123.	121.21	120.	117.40	115.43
Angul. opposit. collo.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.
Ang. oppos. alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.
Ang. alæ & faciei.	105.	109.30	112.30	114.37	116.20	117.30	118.30	119.19	120.	121.12	122.9
Ang. oppos. faciei.	95.	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68.	66. 22	65.	63. 51	62. 51
Angulus opposit. capitali.	55.	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	68. 30	69. 20	70.	71. 9	72. 9

Lineæ majorum munitionum secundum Marolois.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Ala.	15. 3	17. 3	19.	20. 2	21. 2	22. 1	22. 0$\frac{1}{2}$	23. 3$\frac{1}{6}$	24. 1$\frac{1}{2}$	24. 2	24. 3
Semicollum.	18. 2$\frac{1}{2}$	20. 5	22. 4$\frac{1}{2}$	24. 1$\frac{1}{2}$	25. 3	26. 2$\frac{1}{2}$	27. 2	28. 1	29.	29.	29. 2
Secunda ala.	14. 1	22. 3	26.	27. 4	28. 4$\frac{1}{2}$	29. 2$\frac{1}{2}$	30.	30. 1$\frac{1}{2}$	30. 3	31. 4$\frac{1}{2}$	33.
Capitalis.	39. 3	41. 3	43. 1	44. 5	46.	47. 1	48.	49.	49. 5	50. 3$\frac{1}{2}$	51.
Defensio Figens.	121. 4	122.	122. 3	122. 3	122. 4	122. 5	132.	123. 1	123. 2	123. 2	123. 2
Latus interius.	108. 5	113. 5	117. 3	120. 3	122. 5	124. 5	126. 3$\frac{1}{2}$	128. 1	129. 2	101. 1	102. 1
Latus extern.	164 4$\frac{1}{2}$	162. 3	160. 2	159. 1	158.	157. 2	156. 2	156. 5$\frac{1}{2}$	155. 1	154. 1	152. 1$\frac{1}{2}$
Distantia polyg.	27. 5$\frac{1}{2}$	33. 3	37. 3	40. 3	42. 3	44. 2	45. 5	47.	48.	49. 1	50.
Minor radius.	77.	96. 2	117. 3	138. 3	160. 1$\frac{1}{2}$	182.	204. 2	227.	249.	271. 3	293.

Anguli

Anguli munitionum secundum Erardum.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	
Angulus cenrri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus Polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	147. 3/11	150.
Semiangul.Polygon.	45.	54.	60.	64. 2/7	67. 1/2	70.	72.	73. 7/11	75.
Angulus defeosus.	60.	78.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Semiangulus defensus.	30.	39.	45.	45.	45.	45.	45.	45.	45.
Angulus imminutus.	15.	15.	15.	19. 2/7	22. 1/2	25.	27.	28. 7/11	30.
Semiang.stringentium.	75.	75.	75.	75. 5/7	67. 1/2	65.	63.	61. 4/11	60.
Angulus stringentium.	150.	150.	150.	141. 3/7	135.	130.	126.	122. 8/11	120.
Angulus oppositus alæ.	105.	105.	105.	109. 2/7	112. 1/2	115.	217.	118. 7/11	120.
Angul. alæ, & cortinæ.	60.	60.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.

Anguli munitionum methodi compositæ.

Angulus centri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	147. 3/11	150.
Angulus defensus.	60.	69.	75.	79. 2/7	82. 1/2	85.	87.	88. 7/11	90.
Angulus imminut.	15.	19. 1/2	22. 1/2	24. 8/14	26. 1/4	27. 1/2	28. 1/3	29. 7/22	30.
Angulus humeti.	105.	109. 1/2	112. 1/2	114. 9/14	116. 1/4	217. 1/6	128. 2/9	119. 7/22	120.
Complentum humeti.	75.	70. 1/2	62. 1/2	63. 5/14	63. 3/4	62. 1/2	61. 1/3	60. 7/22	60.
Angulus defendens.	150.	141.	133.	130. 5/7	127. 1/2	125.	123.	120. 4/11	120.

Lineæ munitionum methodi compositæ.

Radius minor.	73. 2	96.	218. 4	141. 2	164. 1	187. 2	210.	233. 1 1/2	256. 2
Latus interius.	103. 5	123. 2 1/2	128. 4	122. 4	125. 4 1/2	128.	129. 1 1/2	131. 2	132. 4
Linea capital.	43.	42.	42.	42. 1	41. 2 1/2	42. 2 1/2	43.	43. 1 1/2	43. 3
Semicollum.	16.	20. 4	23. 2	25. 4	16. 5	28.	28. 5	29. 4	30. 3
Secunda ala.	14. 5	22. 5	28. 2	32. 1/2	35. 3	37. 2 1/2	38. 5	40.	45. 5
Stringens.	117. 3	102.	93.	91. 1	88. 4	87.	85. 4 1/2	84. 4 1/2	84.
Figens.	122. 1	122. 0 1/2	121. 5	121. 4	121.	121. 3	121. 1 1/2	121. 1	121.
Productio alæ.	30. 1	34.	36. 2	38.	40. 1/2	40. 1	40. 5 1/2	41. 3	41.
Latus exterius.	164. 4	162. 3	160. 4	159. 1 1/2	150. 0 1/2	157. 1	156. 2	155. 4	155. 2
Major radius.	123.	276. 1	321. 2	367.	413. 1	459. 1 1/2	506.	552. 1	599. 2 1/2

Tabula sectionum verticalium sumptarum perpendiculariter ad facies.

	Pedes.				Pedes.	Pedes.
Crassities ima horiz. valli.	54.	60.	66.	72.	78.	84.
Erisma exterius valli.	6.	7.	$7\frac{1}{2}$.	8.	9.	9.
Erisma interius valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Altitudo valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Crassities superior valli.	36.	39.	43[illegible]	48.	51.	57.
Crassities ima loricæ.	12.	14.	15.	18.	20.	24.
Erisma exterius loricæ.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
Erisma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Crassities superior loricæ.	11.	9.	12.	15.	17.	21.
Latitudo suppedanei.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Altitudo suppedanei.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.
Planities vallaris.	21.	22.	$25\frac{1}{2}$.	27.	28.	30.
Statio provallaris.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Lorica provallaris æqualis est loricæ vallari.						
Margo.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Fossæ superior latitudo.	72.	84.	96.	108.	120.	132.
Erisma utrumque fossæ.	10.	10.	10.	12.	12.	12.
Latitudo inferior fossæ.	52.	64.	76.	84.	96.	108.
Via recta.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Basis loricæ suburbanæ.	60.	69.	69.	70.	74.	79.
Erisma interius loricæ suburb.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo loricæ suburb.	6.	6.	6.	6.	6.	6.

Tabula

Tabula ſectionis verticalis munitiuncularum.

	1. Ordo. Pedes.	2. Ordo. Pedes.	3. Ordo. Pedes.	4. Ordo. Pedes.
Craſſities ima valli.	44.	36.	24.	20.
Eriſma exterius.	6.	3	2.	2.
Eriſma interius.	8.	6.	4.	4.
Altitudo valli.	8.	6.	4.	4.
Craſſities ſuperior valli.	30.	27.	18.	14
Craſſities ima loricæ.	$16\frac{1}{4}$	13.	10.	8.
Eriſma exterius loricæ.	$3\frac{1}{4}$	2	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	5.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	12.	10.	7.	5.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Statio vallaris.	$10\frac{1}{4}$	11.	5.	3.
Margo.	6.	3.	3.	2.
Latitudo ſuperior foſſæ.	42.	30.	24.	16.
Profunditas foſſæ.	8.	7	6	6.

Tabula ſubtenſarum Poligoni interioris.

Pedes.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Radius.	96.	118.	141.	164.	187.	210.	233.	256.
Latus interius.	113.	118.	122.	125.	128.	129.	131.	132.
Subtenſa duorum laterum.	182.	205.	221.	232.	240.	247.	252.	256.
Subtenſa trium.			275.	303.	324.	339.	352.	362.
Subtenſa quatuor.					368.	399.	424.	444.
Subtenſa quinque.							411.	494.

Tabula ſubtenſarum Polygoni exterioris.

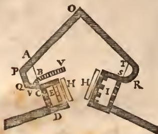
Radius.	118.	161.	$183\frac{1}{2}$	$206\frac{1}{2}$	$229\frac{1}{2}$	233.	270.	$299\frac{1}{2}$
Latus exterius.	162.	160.	159.	158.	157.	156.	153.	155.
Subtenſa duorum laterum.	262.	277.	287.	292.	295.	297.	298.	299.
Subtenſa trium.			357.	281.	393.	410.	417.	424.
Subtenſa quatuor.					452.	481.	502.	519.
Subtenſa quinque.							547.	579.

PROPO

PROPOSITIO XXXIV.

Alarum, & stationum dispositio.

In omnibus ferè munitionum diagrammatibus supra traditis, propugnaculorum alæ sunt simplices, & rectæ, quia ita ab aliquibus architectis efformantur. Quia tamen quam plurimi in hac arte periti, auriculas magnifaciunt, in iisque multum præsidii se expertos asserunt; ideo ad earum descriptionem descendendum est.



Ala communiter in tres partes dividitur, quarum unam stationes tormentorum, unam auricula sibi vendicat. Statio inferior E alias caza armata *casematte* dicebatur, eò quòd fornice tegeretur; sed fumus eam ferè reddebat inutilem, & ipse fornix qui facilè disjici poterat periculosam, ideoque eum apertum relinquimus.

Ejus latitudo CD tertiam alæ partem continet, seu 6. exapedas, quæ duabus bombardis sufficiunt. Retrocedit autem duabus exapedis, ut melius ab auricula tegatur. Nonnulli lineam semicolli interius detorquent, ut tormentum cortinæ proximum ad faciem dirigatur.

Stationis infimæ profunditas 9 aut 10 exapedas habet, tres lorica, 4 aut quinque ipsa bombardæ statio & retrocessio, duas fornix continendis instrumentis accommodatus sibi vendicant.

Finis superioris stationis H, idem est ac inferioris, nempe ad defendendam faciem oppositam, disjiciendamque vineam qua fossor ad eam adrepit, constat autem simplici lorica 4 aut quinque pedes alta duabus aut tribus exapedis crassa.

Humerus, & auricula stationes tegunt, nempè ut tormenta bellica faciem oppositam videant, nec tamen ab hostibus videantur. Constant autem aut quadrario lapide, aut aggesto cespite, addito tamen lapideo, aut laterito muro. Ad formandum humerum, ala AD in tres partes dividitur, nempe AB, BC, CD, productaque ala, ita ut AP sit æqualis AB, ducitur PQ parallela AC, tum linea CQ ad apicem propugnaculi oppositi dirigitur, atque ita habetur auricula polygona, quam plerique humerum vocant.

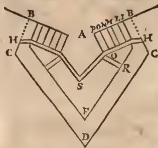
Ad formandam auriculam circularem R, suprà linea AC, aut semicirculus, aut arcus paulò minor describitur.

Debet item formari gradus quibus in fossam descendatur ut vides in VV, præcipuè si sicca sit fossa, atque ita defensio operum externorum, & eruptiones facillimæ evadunt.

PROPOSITIO XXXV.

Dispositio partium propugnaculi secundum mentem Comitis De Pagan.

Tria tormentorum suggesta quæ Comes de Pagan, in singulis alis collocat, & parvum propugnaculum, quod intra majus extruit, ejus dispositionem immutant. Vult igitur primò lineas se-



micolli 30 ut plurimum exapedarum, & alas 25 mediam partem alæ suggestis tribuit, quare eorum latitudo HB duodecim exapedarum, quatuor tormentis statuendis sufficit, hoc est duodecim aut tredecim in singulis alis.

Secundò semicollum AB non jacet in directum cortinæ; sed unam lineam componit cum linea defensionis maxima, ut tormenta bellica ad apicem oppositi propugnaculi dirigantur.

Tertiò lorica cujuslibet stationis habet tres exapedas, statio ipsa tormenti, & spatium ad retrocedendum quinque exapedas habet, major est difficultas pro stationum altitudine, ideoque altiora valla cogitur construere.

Prima statio computata lorica duodecim pedibus supra fossam eminet, quæ in hoc loco profundior esse potest, ad evitandas clandestinas ho-



stium irruptiones. Quare cum fossæ profunditas sit pedum duodecim, hæc statio 24 pedibus attolletur.

Secunda statio primam, & tertia secundam superabit, octo saltem pedibus tota altitudo erit 40 pedum, ab ima fossa, detractis autem 12 pedibus profunditatis fossæ, & 6 loricæ, altitudo valli erit 22 pedum. Posset item tamen statio evehi supra vallum, si humilius foret. Figura stationum sectionem verticalem exhibet.

PROPOSITIO XXXVI.

Circa munitionis diagramma ichnographicum vallum, viam tectam, & ejus acclivitatem describere.

Lineæ ichnographicæ quas hactenus duximus, solam interiorem fossæ crepidinem exhibent cum tamen architectus totum vallum, viam tectam & ejus acclivitatem in solo notare debeat, ad dirigendum, & prius in charta, ut omnia ordine procedant, loricæ tamen non describuntur, eò quòd in ipso vallo jam extructo excitentur. Communiter tabulis utimur quarum aliquæ valli fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis latitudinem sumptam in angulis, aliæ verò in medio cortinæ exhibent. Eâdem autem scalâ utimur, quâ totam ichnographiam perfecimus.

Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens secundùm angulum munitionis.

	IV. Exapedæ	V. Exap.	VI. Exap.	VII. Exap.	VIII. Exap.	IX. Exap.	X. Exap.	XI. Exap.	XII. Exap.
Vallum HA	$21\frac{1}{7}$	$18\frac{2}{9}$	$17\frac{3}{4}$	$16\frac{4}{9}$	$16\frac{2}{9}$	$15\frac{20}{21}$	$15\frac{7}{9}$	$15\frac{14}{20}$	$15\frac{1}{2}$
Fossa GI	40	$35\frac{1}{3}$	$32\frac{5}{6}$	$31\frac{2}{3}$	$30\frac{2}{3}$	$29\frac{2}{3}$	29	$28\frac{2}{3}$	$28\frac{2}{7}$
Via tecta IK	8	7	$6\frac{1}{2}$	$6\frac{27}{63}$	$6\frac{4}{63}$	$5\frac{63}{67}$	$5\frac{51}{98}$	$5\frac{50}{69}$	$5\frac{4}{7}$
acclivitas KL	20	$17\frac{1}{3}$	$16\frac{1}{3}$	$15\frac{2}{3}$	$15\frac{2}{6}$	$14\frac{1}{4}$	$14\frac{2}{3}$	$14\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{5}$

Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens, in medio cortinæ,

Vallum M N	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Fossa N O	29	$26\frac{4}{9}$	$27\frac{3}{8}$	28	$22\frac{1}{4}$	$22\frac{1}{3}$	$22\frac{1}{3}$	$22\frac{1}{3}$	23
Via tecta OP	$4\frac{1}{9}$	$4\frac{2}{9}$	$4\frac{1}{5}$	$4\frac{2}{3}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{3}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{2}{3}$
acclivitas PT	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{1}{3}$	$10\frac{7}{8}$	11	$11\frac{2}{6}$	$11\frac{1}{4}$	$11\frac{1}{3}$	$11\frac{2}{3}$	$11\frac{1}{2}$

Tabularum usus facilis est, ducatur ex centro munitionis diameter BAL, & linea BN, per



medium cortinæ, tum mensuræ ex tabulis decerptæ, in hujusmodi lineas transferantur. Proponatur verbi gratiâ exagonum, latitudo ejus quæ in lineis diagonalibus est exapedarum $17\frac{1}{4}$ introrsum notetur ex A in H, tum ducatur parallela HH. Hæc linea HH potest etiam invenire assumpta linea NM exapedarum 15.

Pro fossæ latitudine invenies in eadem tabula exapedas $32\frac{5}{6}$ quæ transferentur ex G in I, in secundâ verò $27\frac{3}{8}$ quæ statues ex N in O, ducesque lineam O I. Pro via tecta in prima tabula habentur exapedæ $6\frac{1}{2}$ transferendæ ex I in K, & in secunda $4\frac{1}{5}$ transferendæ ex O in P, ducesque lineam KP.

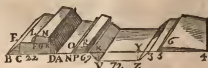
Denique pro acclivitate loricæ transferes in KL exapedas $16\frac{1}{3}$ & in PT $10\frac{7}{8}$.

Plurimi fossam circulariter describunt ante propugnaculi angulum, cujus praxis rationem in primo libro attulimus.

Alii latitudinem fossæ, viæ tectæ, & acclivitatis ejus in linea ad faciem propugnaculi perpendicularem ducunt, vallum vero in linea ad cortinam recta determinant.

PROPOSITIO XXXVII.

Munitionis sectionem verticalem describere.



Munitionis ichnographiam, seu sectionem horizontalem desctipsimus, seu fundamentorum vestigia, supponendo scilicèt planum horizontale, quod totam munitionem secet; & in quo omnes ejus anfractus exhibeantur. Pariter fingendum est planum verticale in quo omnium operum altitudines videantur, nempe valli, loricæ, promuralis, cæterarumque partium. Suppono igitur constitutam esse scalam, in qua exapedæ & pedes ipsi si fieri potest assumantur, eandem nempe qua ichnographiam descripsisti.

Basis valli, margo ejus, via tecta, agri suburbani planitiem adæquant. Basis valli nempe AB 9 aut 10 exapedas & sæpe 14. adæquat, altitudo ejus EC, detracta lorica, aut profunditate fossæ 12, aut 20 pedes habet, dum muro caret tantam non habet altitudinem, quantum dum muro aggesta humus continetur.

Promurale computata ejus lorica 9 exapedas, & margo unicam, fossæ latitudo 12, & sæpe viginti, via tecta duas, tres & quatuor continet.

Basis acclivitatis & loricæ, viæ tectæ pendet ab altitudine valli, & latitudine fossæ. Ducatur ergo linea B3, quæ planum agri suburbani repræsentat, abscindatur linea AB septuaginta duorum pedum, pro basi valli, linea BC æqualis est ejus altitudini, ductaque perpendiculari CE viginti verbi gratiâ pedum, jungatur BE acclivitatem interiorem exhibens.

Sit AD acclivitas exterior 10 pedum, quæ minor est dum vallo additur murus, erectaque perpendiculari DK, ducatur EK ut habeatur vallum CEKD, ut habeatur vigilum via abscinditur K,5 aut 6 pedum, producitur que murus duos aut 3 pedes crassus ad formandam loricam.

Hollandi vigilum viam non habent, eò quòd muro vallum non muniant, quare authores Hollandi, plerumque viam vigilum cum statione promurali confundunt.

Basis loricæ erit KF, octodecim pedum circiter aclivitas ejus exterior in K duorum pedum, interior in F unius, perpendicularis FL 6 pedum, & KM 4, ductaque linea LM, perfecta erit lorica. Statio promuralis AP tres exapedas continebit, & ejus lorica superiorem æquabit.

Margo 69. unicam exapedam.

Lata erit fossa 9. 3. pedes nonaginta sex, ejus profunditas 9K, Y 3 duodecim si fossa fuerit plena; sicca verò majorem exigit, quare ductis perpendicularibus YZ, KV duodecim pedum & linea ZV, descripta erit fossa 9VZ3.

Via recta 3. 5 erit 18 pedum, acclivitas interior loricæ erit unius pedis, altitudo 6 pedum linea 54, determinans ejus acclivitatem erit 60, aut 70 pedum.

Addidi 6 tabulas omnium mensurarum, sectionis verticalis.

Tabulæ

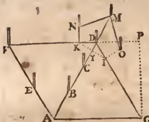
Tabula ſectionis verticalis.

	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.
Baſis Valli.	54	60	66	72	78	84
Exterior acclivitas.	6	7	7½	8	9	9
Interior acclivitas.	12	14	15	16	18	[illegible]
Altitudo.	12	14	15	16	18	18
Baſis loricæ.	12	14	15	18	20	24
Acclivitas interior.	2	2	2	2	2	2
Altitudo.	1	1	1	1	1	1
Exterior.	4	4	4	4	4	4
Interior.	6	6	6	6	6	6
Latitudo ſuppedanei.	3	3	3	3	3	3
Altitudo.	1½	1½	1½	1½	1½	1½
Statio vallaris.	21	22	25½	27	28	30
Statio promuralis.	12	15	15	17	19	21
Margo.	6	6	6	6	6	6
Foſſa.	72	69	84	108	120	132
Acclivitas.	10	10	10	12	12	12
Via tecta.	12	15	15	17	19	21
Baſis acclivitatis.	60	65	70	72	76	79
Acclivitas interior loricæ.	1	1	2	1	1	1
Altitudo loricæ.	6	6	6	6	6	6

PROPOSITIO XXXVIII.

Munitionem in solo describere.

Difficilius est munitionem in solo describere, quam eam in charta exarare, multique arcis diagramma exactum exhibent, qui in praxi nihil, aut parum admodum præstare possunt. Hanc difficultatem hac propositione superandam aggredior.



Suppono primò totam ichnographiam in charta exactissimè descriptam, in qua longitudinem singularum linearum, & angulorum quantitatem liceat intueri. Exigo secundò semicirculum in 180 gradus divisum, chordam item, aut potius catenulam in exapedas distinctam. Quibus instrumentis instructus, à quacumque parte poteris inchoare. Si tamen locus vacuus fuerit à cētro satius erit incipere. Infigantur duo pali B & C, qui in directum jaceant centri A, tum in linea ABC assumatur longitudo radii, verbi gratiâ sit linea AD 116 exapedarum, pedum quatuor & trium digitorum, & in fine numerationis infigatur palus D. Eâdem eborda qua lineam AD dimensus es transferatur in AF, alteraque longitudinem lateris polygoni præferens ei annectatur, cujus aliud extremum sit in D, tensis æqualiter chordis invenietur punctum F, si idem præstes in cæteris lateribus, latus polygoni interius descripseris.

Quia tamen chordæ ut plurimum spatia exactè non metiuntur, satius erit ad habendum punctum F, semicirculum adhibere, cujus centrum in puncto A statues, obversisque immobilibus ejus pinnulis ad punctum D, allidadam movebis donec cum latere semicirculi angulum centri comprehendat, proprium poligoni propositi; tum collimando per allidadæ dioptras, infigatur palus E, fiatque linea AEF æqualis radio AD. Si linea DF æqualis inveniatur lateri interno proba est operatio, sin minos erratum fuerit, corrigendusque est error antequam ulterius procedatur. Ita inventis omnibus angulis polygoni interni, sulcum seu fossam duces à puncto D in F, quæ circuitum arcis repræsentet.

Si verò centrum arcis haberi non potest, ut plerumque accidit, eò quòd ædibus occupetur, semicirculus in puncto D collocandus est, obversisque pinnulis immobilibus ad punctum G removenda est allidada, donec cum latere instrumenti angulum comprehendat æqualem angulo circumferentiæ; factisque lineis DG, DF æqualibus lateri polygoni propositi, invenies puncta G & F, similique methodo cæteros angulorum apices si in fine operationis occurrat idem punctum D à quo initium ductum est legitima fuit operatio.

Exarato munitionis interno ambitu ita propugnaculum describes. Abscinde hinc inde lineas semicolli DK, DI, ducanturque semicirculo perpendiculares KN, IO, pro alio.

Si A centrum munitionis patet, productâ lineâ AD habebis capitalem DM, cui tribues longitudinem ex diagrammate, vel ex tabulis depromptam vel diviso bifariam angulo GDF, aut etiam ducta ON, & divisa æqualiter eadem capitalis habebitur.

Vel sine capitali, si duabus chordis inter se connexis concedas longitudinem faciebus convenientem, positis earum extremis in punctis N, & O, iis extensis æqualiter punctum medium exhibebit apicem propugnaculi M.

Duces alium sulcum, priori parallelum, qui initium valli indicet.

Tota fossa facilè notabitur cujus margo exterior erit ferè faciebus parallela.

COROLLARIUM.

Posset tota munitio solis funibus, in solo notari, Verbi gratiâ triangulum ADF posset duobus funibus AD, AF, æqualibus radio, & tertio DF, quod latus munitionis æquaret. Alia triangula DKN, DMN, DMO, similiter describi possent. Quia autem quælibet figura rectilinea, in triangola resolvitur, omnis munitio solis funibus perfici potest, modo tamen inter operandum, longiores, aut breviores non evadant.

PROPOSITIO XXXIX.

Alia praxis munitionis in solo exarandæ, dum centrum occupatur.

Proponatur locus muniendus, quem indico exagoni capacem. Fiat exagoni ope scalæ alicujus in charta diagramma conveniens, cujus unum latus FD producet in P ducta perpendiculari GP. Primò ducatur in solo linea FD, tot exapedarum, quot in diagrammate indicantur, productaque DP si uni funiculo tribuas longitudinem PG, alteri verò DG, positis eorum extremis in punctis D & P si tendantur donec concurrant, exhibebunt punctum G. Ita operare in reliquia lateribus, si erratum non fuit occurret punctum F, à quo initium duxit operatio.

PROPOSITIO XL.

Prima praxis situm munitionis interius explorandi.



Hæc prima praxis munitionis excitandæ situm explorat, quod absolutè necessarium prius quam manum operi admoveamus.

Proponatur

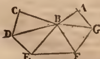
Proponatur polygonum ABCDEFG ducta per medium linea AE, ab omnibus ejus angulis ducantur perpendiculares BH, CK, DM, FL, GI, quarum mensuræ explorentur, sicut & linearum AH, HI, IK, KL, LM, ME, quod facilè exequeris funiculo in exspedas diviso, vel ope circini majoris lignei, vel catenula. Squadra item facilè perpendiculares ducit.

Cognita singularum linearum longitudine, duco in charta lineam cui tot particulas ex scala desumptas tribuo, quot sunt exapedæ in AE, eaque similiter divisa exeito perpendiculares tot partium, quot sunt in suis correspondentibus exapedæ. Denique perpendicularium extremitates lineis rectis conjungo, habeturque polygonum simile proposito.

PROPOSITIO XLI.

Secunda praxis munitionis situm interius explorandi.

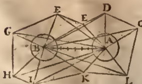
Secunda methodus supponit locum interius nullis ædibus implicatum, atque adeo munitionis jam extructæ idonea non est.



Sit ergo polygonum ABCDEFG, metire singula ejus latera, AB, BC, CD &c. & singulas diagonales BG, BF, BE, BD, ita ut totum polygonum in triangula resolvatur. Tum in charta ducenda est linea tot partium ex scala desumptarum, quot sunt exapedæ in AB, supra quam construendum est triangulum, triangulo ABG simile hoc modo. Circino assumo tot partes scalæ, quot BG continet exapedas, eoque intervallo, ex lineæ uno extremo tanquam centro describo arcū. Pariter assumptis tot particulis, quot sunt exapedæ, in AG ex alio lineæ extremo describo arcum qui priorem interfecet, ductis lineis ad punctum intersectionis, formatum est triangulo ABG simile, idem præsto pro singulis triangulis, atque ita habetur polygonum simile proposito.

PROPOSITIO XLII.

Tertia praxis munitionis situm interius explorandi.



Tertia praxis situm munitionis in charta describendi peragitur ope tabulæ ligneæ, cui charta imponitur.

Selige duas stationes A, & B intra munitionem describendam, impone asserculum puncto, ita ut in charta notetur punctum ei perpendiculariter respondens, cui regulam mobilem dioptrisque instructam affiges, respice punctum B per pinnulas, productæque secundùm regulæ latus lineæ, tot partes ex scala desumptas tribue quot exspedæ continentur in AB, tum collimando ad singulos munitionis angulos nota in charta singulas lineas, adhibitis etiam nonnullis characteribus virandæ confusiōnis gratiâ. Transfer exinde asserculum in punctum B munitionis, ita ut punctum B asserculi ei perpendiculariter respondeat, & linea BA punctum A respiciat, aliam regulam mobilem in puncto B affige, per quam singulos angulos intueberis, ductis totidem lineis, punctum concursûs linearum ad eundem angulum pertinentium, hunc angulum in charta exhibet.

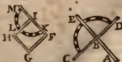
Demonstratio hujus praxis facilis est, cum in charta describantur triangula, omnino similia, triangulis munitionis.

Circulus in 360 gradus divisus, aut saltem semicirculus in 180 vices asserculo in hac praxi obtinere potest, modo pinnulis immobilibus, regulaque mobili pinnulas pariter præferente instruatur. Collocato enim ejus centro in puncto A, si per pinnulas immobiles ejus lateri affixas, punctum B intuearis, regulamque mobilem ad singulos munitionis angulos obvertas, facilè habebis quantitatem angulorum, quos regula cum linea AB comprehendit. Translatoque semicirculo in punctum B, & obversis pinnulis immobilibus ad punctum A, habebis angulos quos cum linea regula, ad singulos munitionis angulos directa, cum linea BA efficit. Tum duces in charta lineam tot partium ex scala desumptarum, quot in AB continentur exapedæ, in cujus extremis eosdem angulos efformabis, quos ope tui semicirculi invenisti, concursus linearum ad eundem munitionis angulum pertinentium eum in charta exhibet. Hac praxi chorographias, seu particulares locorum descriptiones perficimus.

PROPOSITIO XLIII.

Praxes metiendorum angulorum quos muri comprehendunt.

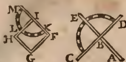
Semicirculus est mensura naturalis angulorum, eumque propterea in illis metiendis modo tamen id fieri possit, adhibemus. Attamen dum anguli à murorum superficiebus comprehensi proponuntur, vix semicirculo utimur, eò quòd ad eum debitè collocandum, à parte ejus aliqua muri soliditas esset pervadenda.



Ad metiendos angulos internos componi posset instrumentum, duabus regulis & semicirculo constans. Si enim duæ regulæ AB, CB, muris angulum externum ABC comprehendentibus applicentur, semicirculus DEC, indicabit quan-

 titatem

titatem anguli DEC, cui ABC oppositus ad verticem æqualis est.



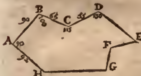
Aliud instrumentum I F G M parallelogrammi figuram præferens, angulis internis metiendis idoneum est, si enim regulæ FG, GH muris applicentur, semicirculus MLK, angulum FIL, cui FGH æqualis est (*per* 34. 1.*Eucl.*) metietur.

Regulæ proportionales huic negotio accommodatissimæ forent, si lineæ chordarum limbo regularum essent parallelæ, possunt tamen utiles esse, si aliæ regulæ muris applicentur: itaque proportionales regulæ disponantur ut lineæ chordarum muro sint parallelæ, tunc enim instrumentum angulum murorum comprehendet. Cum igitur inter usus circini proportionum præcipuus sit ut sciatur angulus, quem eius crura comprehendunt, habebis angulum murorum; si verò omni instrumento destitutus sis, ita angulum externum metieris. Duas regulas muris applica, quæ ultra muros exterius duobus aut tribus pedibus protendantur, metire item distantiam extremitatum regularum, & ex his tribus lineis triangulum construe; aut saltem triangulum simile, habebisque quantitatem anguli propositi.

Eadem praxis valet etiam pro angulis internis, si nempe regulas muris applices tum regularum longitudinem, & extremitatum distantiam metiaris, habebis enim triangulum, cui si simile construas facilè angulum quæsitum metieris.

PROPOSITIO XLIV.

Prima praxis munitionis situm exteriùs explorandi.



Proponatur munitio irregularis ABCD, cujus situs exterius explorandus est & in charta describendus; metire singula eius latera. Sit verbi gratia latus AB exapedarum 90, BC 65, CD 55, & ita de aliis; metire item angulum B 100 graduum, angulum C 115, & 130 & ita de reliquis.

Notatis exactè hujusmodi mensuris, fiat in charta angulus æqualis angulo B unique lineæ tribue 90 exapedas virtuales, seu 90 particulas ex scala desumptas; alteri vero 65. In extremitate hujus secundæ lineæ fiat angulus 115 graduum, & lineæ sequenti 55 exapedæ virtuales concedantur, atque ita consequenter; si totum munitionis circuitum prosequaris, idemque occurrat punctum à quo ductum est operationis initium, proba erit operatio.

Demonstratio hujus praxis satis patet, nam polygonum io charta descriptum, singula haber latera, lateribus polygoni proposita proportionalia, singulosque angulos æquales: ergo simile est.

PROPOSITIO XLV.

Secunda praxis munitionis situm exterius explorandi.

Ingeniosam methodum adumbrandi in charta diagrammatis munitionis cujuscumque ope ma-



gneticæ pixidis omittere non possum, suppono autem pixidem quadratam satis magnam, in qua excavetur & describatur circulus in 360 partes dividendus, in eius centro infigatur stylus, eique imponatur acus chalybea magneticè excitata. Pixis potest regulæ affigi, præcipuè dum circa muros scabros, & inæquales operandum est.

Usus hic erit Regulam cui affixa est pixis magnetica, singulis muris successivè applica, notato grado circuli quem acus in singulis applicationibus indicat, metire item murorum longitudinem. Tum mensæ affige chartam, ita ut nisi peracta operatione dimoveri non possit, huic impositam pixidem ita versa donec acus magnetica ei gradui insistat, quem indicabat in prima applicatione, lineæque secundum regulam ductæ, tot virtuales exapedas tribue, quot realea in primo muro inventæ fuerant; exinde statue pixidem in extremitate hujus primæ lineæ, eamque ita detorque donec eum gradum ostendat, quem in secunda applicatione ostendebat, pariterque ductæ lineæ, secundùm regulæ longitudinem tot dabis exapedas virtuales, quot erant in secundo muro, ita singula munitionis latera prosequeris totumque diagramma absolves.

Demonstratio difficilis non est, singula diagrammatis latera, eamdem plagam respiciunt ad quam munitionis latera diriguntur: ergo illis sunt parallela, & consequenter æquales angulos comprehendunt, sunt item iia proportionalia: ergo figuræ sunt similes.

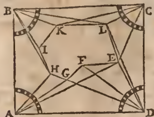
PROPOSITIO XLVI.

Tertia praxis situm munitionis exteriùs, & à longè explorandi.

Præcedentes praxes liberum ad munitionem, cujus situm exploramus liberum esse supponunt, si tamen architectus urbis obsessæ ad quam tutò accedere non potest diagramma jubetur perficere, ad hanc praxin, licet non ita exactam, ac si per otium singulas lineas metiri licuisset, recurrendum est.

Proponatur munitionis EFGHIKL diagramma perficiendum, circa eam plurimas stationes eligo ex quibus eius angulos intueri liceat, singulos nempe ex duplici statione. Sit ergo A prima statio, B secunda

B secunda; collocato semicirculi centro in puncto A, dioptras eius immobiles ad punctum B dirigo.



Regulam obverto ad punctum E atque ita circulus indicat angulum BAE, regulam rursus dirigo ad punctum F, ut cognoscatur angulus BAF, exinde anguli BAG, BAH metior lineam AB, tum centro semicirculi in puncto B collocato, per dioptras eius immobiles punctum B intueor, & per pinnulas regulæ tertiam stationem C, ut innotescat angulus ABC: exinde successivè regulam dirigo ad singulos figuræ angulos, ut metiar angulos ABL, ABK, ABI, pariter ubi mensus sum lineam BC, colloco instrumentum in puncto C, ut habeam angulos BCK, BCL, BCE; Idem præsto in puncto D pro angulis CDA, CDL, CDE, CDF, CDG.

Quibus exactè notatis ita diagramma in charta perficio. Seligo utcumque punctum, quod A repræsentet, ex quo lineam duco tot partium ex scala desumptarum, quot sunt exapedæ in AB. In illius lineæ uno extremo angulos construo æquales angulis BAE, BAF, BAG, BAH, & in alio extremo angulos æquales angulis ABC, ABL, ABK. Secundæ lineæ quæ lineam BC tot do exapedas virtuales quot sunt in BC, reales invenioque in charta punctum respondens stationi C, in quo pariter eosdem angulos constituo, quos in puncto C observavi. Idem præsto in puncto D.

Ductis his omnibus lineis, noto puncta concursuum linearum quæ angulos munitionis exhibent.

De Valli soliditate metienda.

Architectus ita disponendam munitionem suscipit, ut humus ex fossis eruta perficiendo vallo loricæ cæterisque operibus sufficiat, quare utriusque soliditas habenda est, quam ad exactissimos calculos revocare debet, cum operariis determinata merces, in singulas exapedas cubicas persolvenda sit. Quia tamen corpus solidum metiri non possumus, nisi prius aream superficiei cujuslibet notam habeamus, nonnullas suppositiones de planimetria communes licet præmitto.

PROPOSITIO XLVII.

Suppositiones de Planimetria.



Suppono primò ut habeatur area, seu capacitas parallelogrammi rectanguli, multiplicandam esse longitudinem, per latitudinem, ut si aula fuerit 30 pedes longa, & lata 20, si multiplices 30 per 20, numerus productus, seu 600 pedes quadrati, aream hujus aulæ explebunt, hoc est sexcenti lateres quadrati, unius pedis hanc aulam poterunt sternere.

Suppono secundò ad habendam aream parallelogrammi rectanguli, multiplicandum esse unum latus per lineam perpendicularem. Proponatur verbi gratia inquirenda area parallelogrammi ABCD, basis AB multiplicanda est per lineam perpendicularem DE, multiplicatio enim lineæ EF per DE, dat aream parallelogrammi rectanguli DEFC, quod æquale est parallelogrammo ABCD, cum bases AB, DF æquales sint; quare multiplicando AB, per DE producitur area parallelogrammi ABCD.

Tertiò, ad metiendum triangulum rectangulum, multiplicandum est unum eius latus angulum rectum comprehendens, per mediam partem alterius, verbi gratiâ ad habendam aream trianguli AED, multiplico dimidiam AE per ED, si enim multiplicarem totam AE per ED, produceretur parallelogrammum rectangulum AEDG; sed triangulum est semissis hujus parallelogrammi: ergo multiplicando latus ED per dimidiam AE, habetur aream trianguli.

Quartò, producitur area trianguli cujuslibet, si multiplicetur dimidia basis per lineam perpendicularem ab angulo opposito demissam. Ut si proponatur triangulum ABD, multiplica dimidiam AB, per lineam perpendicularem DE, producetur eius area. Si enim multiplicaretur tota AB per DE, habetur area totius parallelogrammi rectanguli ABCD, cujus triangulum ABD est semissis (*per 41. 1. Eucl.*) habebitur ergo area trianguli si dimidiam basin multiplices per lineam perpendicularem.

Quintò, ad metiendum trapezium, cujus latera opposita parallela sunt, adde simul hæc duo latera, & hanc summam multiplica per lineam perpendicularem. Ut si proponatur trapesium AFCD, adde latus AF 18 pedum, & CD 12, summa erit triginta, & semissis 15; sit perpendicularis DE 8 pedum, duc 15 in 8, producetur eius area 120.

Si enim AB, CD æquales sint, multiplicatio AB per DE dat aream parallelogrammi ABCD; & multiplicatio dimidiæ basis BF per DE exhibet triangulum CBF; sed additis AF, & CD, & summâ bifariam divisa, habetur AB & dimidia BF, ergo multiplicando dimidium aggregatum ex AF, CD per DE, habetur area trapesii AFCD.

Denique si figura irregularis dividenda est in triangula, separatim resolvenda, ut polygonum



ABCD, dividendum est in triangula ABC, ADC, ductâ scilicet linea AC, & duabus perpendicularibus BI, DF, quas simul additas multiplicabis per dimidiam AC, & producetur area polygoni ABCD. Quia ut supra ostendimus area cujuslibet trianguli exurgit, si dimidia basis in perpendicularem

larem ducatur, ergo habetur totius polygoni area, si dimidia basis in summam perpendicularium ducatur.

Si polygonum curvilineum fuerit, lineæ curvæ, in lineas rectas resolvendæ sunt, quæ à curvis insensibiliter aberrent.

Huic materiæ non multum insisto, de qua alibi uberius egi.

PROPOSITIO XLVIII.

Suppositiones stereometricæ.

Suppono ad metiendum prisma, multiplicandam esse eius basin per altitudinem, ut verbi gratia prisma AB, cujus latus AD est quinque pe-



dum, DC 4, & altitudo B sex, multiplicando AD per DC, supponendo tamen angulum ADC rectum esse, producitur numerus 20 nempe basis AC, quam multiplicando per altitudinem AC 6, producetur numerus 120, pro soliditate prismatis.

Si prisma inclinatum esset, ut EF, basis eius E H multiplicanda esset per altitudinem perpendicularem F G; nam hoc prisma inclinatum æquale demonstratur (*in* 11. *Eucl.*) prismati rectangulo ejusdem basis, & altitudinis perpendicularis.

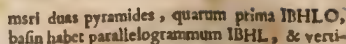
Secundò, prismatis triangularis AD, habetur soliditas, si dimidiata basis, per altitudinem perpendicularem AB multiplicetur; si enim tota basis BD, in altitudinem AB duceretur, exurgeret soliditas totius prismatis AE, cujus prisma triangulare ABD est tantum semissis. Si verò inclinatum esset, utendum foret altitudine perpendiculari.

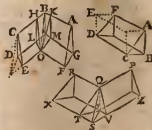
Tertiò, soliditas pyramidis habetur, si tertia pars basis, per eius altitudinem perpendicularem multiplicetur, vel tota basis per tertiam altitudinis. Si enim totam basin, in totam altitudinem ducas, exurgit totum prisma, sed pyramis est tantum tertia pars prismatis ejusdem basis, & altitudinis.

Quartò, cum duo muri acclives sibi invicem occurrentes angulum internum comprehendunt duas pyramides efficiunt, unam vero si angulum externum.

Quod quidem non satis apposite in plano exhibemus, clarius in materia solida oculis subjiceremus. Ut si ABCDEFG duos muros acclives sibi invicem occurrentes repræsentet, versus angulum internum ABC formantur duæ pyramides IHO, I KO, quarum apex in O. Ita ut ad metiendam soliditatem murorum, primò metienda sit soliditas prismatis triangularis HOEDC multiplicata basi eius, per dimidiam altitudinum ED, eodem modo metieris prisma AGFOK, in quo nulla est difficultas.

Addo tamen versùs angulum internum B for-


mari duas pyramides, quarum prima IBHLO, basin habet parallelogrammum IBHL, & verti-



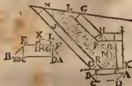
cem O. Quare si eius basin I B H L per tertiam partem altitudinis OL, secundæ verò IBKMO habebitur soliditas multiplicata basi IBKM, per tertiam partem altitudinis MO.

Denique assero, quod si duo muri acclives sibi invicem occurrentes angulum externum comprehendunt, ut PQSZ, RQSZ unicam pyramidem QVST efficient, cujus basis est parallelogrammum VYTS, & vertex punctum X, ita ut habeatur eius soliditas ducendo basin VYTS per tertiam partem lineæ YQ.

PROPOSITIO XLIX.

Valli soliditatem metiri.

Ut habeatur soliditas valli, primò habenda est area sectionis verticalis, nempe seorsim metiendo singulas eius partes. Ut si proponatur sectio ver-



ticalis ABEF, ductis duabus perpendicularibus CE, DF, habetur figura rectangula CDEF, quæ facilè determinatur, ut si CD 70 pedum, per EC 20 pedum multiplices, habebis 1400 pedes quadratos pro sectione E F D C; quare si ambitum munitionis metiaris per marginem interiorem fossæ, & per acclivitatem internam valli, eosque ambitus simul additos bifariam dividas, habebis ambitum medium, per quem si sectionis verticalis aream multiplices habebis soliditatem valli, non computatis eius acclivitatibus.

Quia tamen plerumque propugnacula plena sunt, sufficiet sectionem verticalem valli per longitudinem Cortinæ multiplicare.

Pro acclivitate interna valli, habenda est area, eius sectionis verticalis, & cum sit triangularis, dimidia basis, nempe 10 per eius altitudinem perpendicularem 20 multiplicanda est, ejusque area erit 400, quæ iterum in longitudinem Cortinæ ducenda est.

Acclivitas exterior quæ modica est dum vallum muro vestitur eodem modo metienda est, nempe area

area sectionis ejus verticalis, per summam omnium cortinarum multiplicanda est.

Sequitur soliditas suppedanei, quam ut habeas metienda est area sectionis ejus verticalis. Latitudo tres pedes, altitudo pedem cum dimidio obtinet, quæ si invicem multiplices, exurget area 4 pedum cum dimidio, quam per aggregatum cortinarum iterum multiplicabis.

Loricæ altitudo interior est 6 pedum exterior 4. media altitudo 5, crassities 20 pedum; quare area sectionis verticalis, erit 100 pedum quadratorum, quos multiplicabis per aggregatum omnium cortinarum, debet item haberi ratio acclivitatis tam interioris, quam exterioris.

Sume Aream superiorem propugnaculi, quæ cum polygona sit, in triangula dividenda est, hanc multiplica per ejus altitudinem, habebisque soliditatem propugnaculi excepta ejus acclivitate, quæ facilè innotescet, cognita scilicet ejus sectione verticali, quæ triangulari, eaque in longitudinem facierum & alarum ducta, additis tamen duabus pyramidibus, quæ in angulis humeri formantur, & tertia quæ in angulo defenso exurgit.

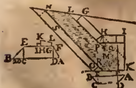
Aliquid detrahendum est pro inferioribus tormentorum stationibus, quæ ad reliquam propugnaculi altitudinem non assurgunt, aliquid pro portis.

Lorica viæ tectæ facilè habetur, & primò quidem area sectionis ejus verticalis multiplicando dimidiam ejus basin, per altitudinem cognoscitur, & productum ducendo in ambitum. Debet ratio haberi angulorum internorum, & externorum propter pyramides quæ inibi formantur ut dixi.

PROPOSITIO L.

Fossarum capacitatem metiri.

Ut facilè cognoscatur fossæ capacitas, separandæ sunt ejus acclivitates, notandumque præterea, angulos externos respectu valli, evadere externos respectu fossæ, & vicissim. Verbi gratiâ angulus defensus seu propugnaculi externus est respectu valli, unicamque pyramidem habet, idem respectu fossæ internus est, duplicemque exhibet pyramidem. Idem dico de angulo humeri. E contra angulus cortinæ & alæ internus est respectu valli, sed in ordine ad fossam ut externus habendus est.



Suppono haberi sectionem verticalem fossæ, nempe ABCD, in qua scilicet profunditas ejus, & acclivitates notentur, nempe perpendiculariter ad facies propugnaculorum; ductis perpendicularibus DF, CE, subtraho duas acclivitates, atque ita latitudo ima fossæ erit verbi gratiâ 64 pedum, & profunditas CE 12, quare multiplicando 64 per 12, exurget sectio verticalis CDFE 768 pedum quadratorum. Supponamus item semipropugnaculum GHI, & semicortinam IH, Acclivitas valli erit LM, parallela faciei GH, acclivitas exterior fossæ erit SR. Produco lineam LM ductisque duabus perpendicularibus LS, MO, metior in diagrammate lineam LM, quæ erit verbi gratiâ 60 exapedarum, seu 360 pedum, per quos multiplico 768, invenioque 276480 pedes cubicos. Exapeda autem pedes cubicos 216 continet, quare dividendo 276480 per 216, invenio 1284 exapedas cubicas cum 136 pedibus. Metior. 2° triangula LSN, MKO, PQK, eaque multiplico per 12 fossæ profunditatem. 3° ut habeatur fossæ declivitas exterior metiendum est sectionis verticalis triangulum EBC, multiplicando EC 12 per 6 medietatem lineæ EB. Exinde multiplicando productum per NR habetur ejus soliditas. Notandum tamen versus R, exurgere duplicem pyramidem, propter angulum internum respectu fossæ.

Ut habeatur declivitas interior fossæ, triangulum ADF 72 pedum quadratorum multiplicandum est per faciem GH, exapedarum 48, seu pedum, vel 288 pedum, exinde per alam HI 20 exapedarum, seu 120 pedum, & per semicortinam IK 36 exapedarum, seu pedum, seu 216 pedum. Addenda, erit duplex pyramis in P, & simplex in puncto Q. Optimum est, aliquibus figuris imaginationem fingere, ne aliquis error committatur.

PROPOSITIO LI.

De muris.

Plurimi vallum simplex, aggesta humo constans, præferunt vallo muris vestito, in muros enim utpote magis resistentes, majorem impressionem faciunt tormenta bellica, aut cuniculi eosque facilius disjiciunt, dissilientes lapides propugnatores lædunt, & rudera fossam implent. Adde quod præter expensas quæ in iis excitandis fiunt, via ac ne vix quidem resici possunt, ut valla simplicia.

Hujus exemplum celebre habemus in obsidione Philisburgensi, anni 1676, tormenta enim bellica labem quadraginta ferè exapedarum, intra duos dies muris intulerunt.

Ex alia verò parte valla muris destituta, mollem habent acclivitatem, ne humus aggesta diffluat, atque adeò facilem præbent ascensum.

Secundò ad tantam altitudinem evehi non possunt, ideoque clandestinis impressionibus sunt obnoxia.

Tertiò via auriculæ, & stationes inferiores in iis extruuntur.

Quartò pluvia aggestam humum, ita diluit ut diffluat, ideoque continuò ferè resici debent. Quare licet audiverim peritos in hac arte valla simplicia aliis præferentes; satius videtur, ut valla ex humo aggestâ componantur, muris tamen sive lapideus, sive lateritius utilissimus est.

Valla ante excitanda sunt, quam muri extruantur.

Primò quia cum ex fossa eruatur humus ad vallum componendum, facilior est transvectio dum murus deest.

Secundò quia si aggesta humus, non quiescat per

per tres aut quatuor annos, ita solet muros impellere, aut eos disjiciat.

Hic murus diversam exigit crassitiem pro variis circumstantiis, variaque terræ quam sustentat qualitate. Pinguior humus satis cohæret, atque adeo muro tam crasso non eget ac sicca, seu arenosa. Nunnulli imò muro crassitiem quæ octavam, aut nonam partem altitudinis adæquet tribuunt. Debet murus esse modetatè acclivis, si enim acclivitate careat humum non satis sustinet, faciléque disjicitur, si verò mollis fuerit acclivitas, facilem reddit ascensum.

Acclivitas valli simplicis, seu ut vocant non vestiti, mediam partem altitudinis, aut saltem duas quintas exigit. Acclivitas muri tanta non est, nonamque tantum partem altitudinis requirit; seu ut muri crassities uno pede decrescat, dum octo, aut novem pedibus attollitur.

Murus lapideus esse potest, lateritius præfertur, eò quòd materia constet ita molli ut tormenti bellici globus, cum facilè pervadat, neque tamen disjiciat, aut labem inferat majorem. Nonnulli volunt ut lapides prius per duos annos indurescant, priusquam in murum compingantur, hæc tamen cautio universalis non est.

Nonnulli murum immò totum vallum ex tignis majoribus extruunt, nempe ut ordo ligneus adhibeatur, exinde humus aggeratur, asseruntque vallum hujusmodi, nec incendi nec cuniculis suffodi posse, expensisque parcitur dum silvæ & nemora vicina sunt. Muris adduntur interius fulcra, ut robustiores evadant, humumque melius sustenteut. Corona quæ communiter additur circa basin loricæ ornatum quidem inutilem addit, & nocivum, est enim nota, qua hostis altitudinem loricæ disjiciendæ metitur, ut ad eam collimet.

Evehitur murus ad 4 aut 5 pedes ultra altitudinem valli, ut sit instar loricæ respectu viæ vigilum *le chemin des rondes*.

PROPOSITIO LII.

De fundamentis.

Non tantum murus, sed ipsum etiam vallum si solum molle fuerit fundamento indiget, alioquin periculum erit ne totum opus diffluat. Hæc autem fundamenta variè componi possunt, primò quidem eruitur humus ad 5 aut 6 pedes infixisque palis, quercinis, aut *castaneis*; ita ut intervalla majora non sint ipsis palis; capita autem insertis lapidibus firmantur. In solo uliginoso præter palos fiant cancelli lignei, quibus palorum capita clavis trabalibus infigantur. In solo arenoso fundamenta ad majorem profunditatem effodiuntur asseribusque crassis sternuntur.

Firmissima fundamenta, sunt ea quæ Lugduni usurpantur, ubi egesta est humus mobilis, fossæ calce recens diluta, arena & calculis impletur, quæ ita cohærent ut lapidescant. Quod ex calcis qualitate provenit.

PROPOSITIO LIII.

De valli fabrica.

De figura & altitudine vallorum locutus sum, quare restat ut de eorum fabrica aliquid dicam. Excitantur valla æstate, dum humus sicca est. Argilla subcinericia aut humus uliginosa maximè idonea est, eò quòd meliùs cohæreat, atque adeo tantam acclivitatem non exigit, herbam item producit quæ multùm firmitatis addit, Humus autem arenosa facilius diffluit.



Exterior valli superficies ferè tota cespitibus constat, cespitis autem figura cuneum refert cujus longitudo est quindecim digitorum, latitudo sex, maxima crassities quæ semper ad exteriora vergit, quinque.

In singulos altitudinis pedes inseruntur rami silignei (*de saule*) uno digito crassi, & horizontaliter disponuntur. Comprimitur humus, ita ut singuli pedes, ad septem aut octo digitos reducantur, madefit etiam nonnihil ut melius cohæreat.

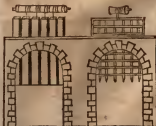
Avena item, & gramina seminantur, supra loricam, & supra stationem vallarem, quæ nonnihil interius declivis est, ne aqua diffluat.

Acclivitates uniformes esse debent; quare instrumentum ABCD usurpatur, quod acclivitatis figuram præfert, linea fiduciæ, cui perpendiculum debet insistere parallela est ejus lateri. Usus facillimus est, ita enim applicatur acclivitati, ut illi respondeat, & perpendiculum insistat lineæ fiduciæ. Possent item adhiberi asserculi, ut opus melius procederet.

Loricæ eâdem materiâ constant, habentque in parte superiori aliquam acclivitatem.

PROPOSITIO LIV.

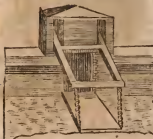
De portis.



Portæ communiter in medio cortinarum collocantur, ut utroque propugnaculo defendantur, adde quod fossa eo in loco latior est, & capax alicujus munitionis quæ portæ potest objici.

Latitudo

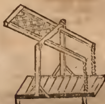
Latitudo portæ communiter decem, aut ta pedes obtinet, altitodo quindecim, fornice tecta erit, & in lapidibus fissura, ut infetatur cataracta. Nonnulli trabes separatas adhibeot eò quòd facilè cataracta tota sisti, aut infititio tormento disrumpi possit.

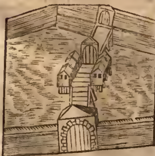


Sublicii pontes variè componentur; longitudo, & latitudo portam quam claudont adæquant. Brachiorum crassities erit 8 aut 9 digitorum.

Axilla autem seu humerus circa quem circumvolvuntur 14, aut 15 sagittæ duplicem portæ altitudinem æquabunt. Quadratum interius decussatis tignis formabitur.

Pontes fiunt ante portas, *pila* quidem lapideæ sunt; sed tabulata lignea sunt, ut resecentur dum





res feret latitodo pontiom 14 aut 15 pedes exigit. Minos alti esse debent, quam sit planities agri suburbani, ne ab hostibus videantur, proptereaque nonnihil obliquè detorquentur.

Cum ante pontem oussa parmula statuitur, in medio latitudinem majorem haber, ut statio custo-dum, & pons sublicius eum in duas partes dividens extruatur. Alter in extremitate pontis statuitur, cum repagulis & hirsuta trabe volubili.

Parmula quæ portam tegit simplex non est; sed alas habet, ut in alis potius quam in faciebus aperiatur.

PROPOSITIO LV.

De vicorum ordine intra munitionem.

In munitionibus qoibuscumque potius ràtio habetur militarium muniorum, quam ædium & habitationis, ideoque platea, & vici quartam ejus partem obtinent. Majores vici quibus itur ad propugnacula 6 exapedas latæ sunt, mioores tres tantum, quæ circa vallum decem, eò quòd in iis congregeotur milites, & sæpè novis rescissionibus spatium concedant eum labes vallo inflicta est. Armorum Platea quæ in centro arcis numero militum respondet. Singula propugnacula videntur exigere 400 propugnatores. Ut autem aliquid circa ejus magnitudinem determinemus, singuli milites in latum tres pedes, io longum septem occupant, dum iter faciunt: dum ordinantur 3 in latum, & tres io longum. Atque adeo in quadrato cujus unum latum est 40 exapedarum, 3000 milites possunt in ordines suos digeri. Si hæc platea pentagona fuerit satis ampla censebitor, si ejus uni lateri 18 aut 20 exapedæ concedantur.

Stationes militum fornicibus teguntur. Maxima statuitur io platea armorum, minores in portis, & pontibus; ono aot altero camino instruuntur, & theatro, ut in eo dormiant milites.

Apothecæ communes in vicis vicinioribus vallo collocantur, sed pulveris pyrii apotheca, in locis remotioribus; immò plurimæ esse debent, ne in eodem loco totus recondatnr.

Si milites apud cives non degunt, suas habent casas prope vallum. Alia requisita ad instruendam munitionem, ut pistrina, furni, potei, fontes, explicatione non indigent.

PROPOSITIO LVI.

De Aggeribus (Cavaliers.)

Aggerum qoæ ad tegendam aliquam munitionis partem excitantur, altitudo, potest excurrere à 9 pedibus ad 18. Communiter quidem in secunda ala statuuntur, dom verò alicui colli opponuntur, in eo loco collocantur in quo necessitas exigit. Eorum figura est circularis, ovalis, altera parte longior: crassities vallum adæquat, latitudo capax est trium aut quatuor tormentorum bellicorum.

Dum muro vestiuntur dissilientes muri cos lædunt, qui in vallo consistunt, quare murus posset non ultra loricam evehi, cæteræque partes sola aggesta humo constare, quæ non defluet, cum & maximam declivitatem habere possit, & in modicam altitudinem attollatur.

PROPOSITIO LVII.

De speculis.

Speculæ sunt parvæ turres, quæ in angulo propugnaculi excitantur, ut in iis miles unus, aut alter vigilias (*sentinelle*,) agat, lapideæ sunt, dum vallum muro instruitur, aut ligneæ dum sola aggesta humo constat; muri, aut parietes resistere debent globis majoris sclopeti. Quare speculæ ligneæ communiter ex quercu constant. Posset aggesta humus inter duos asseres interseri.





ARCHITECTURÆ MILITARIS
LIBER TERTIUS.
De operibus externis.



ACTENUS partes essentiales, quæ in nulla munitione deesse possunt, enucleavimus. Explicanda suscipimus in hoc libro opera externa, seu partes accidentales quas nonnunquam addimus ut peculiari modo loca infirmiora tueamur, vel ut collem aliquem praeoccupemus, è quo damnum posset munitioni nostræ inferri. Nonnulla hujusmodi opera non recedunt longius, sed ferè in ipsa fossa, cortinas aut propugnacula tegunt. Alia verò in hostem feruntur, ejusque & primum sistunt impetum, crebrisque eruptionibus fatigant. Primus ordo parmulas continet cassides seu lunulas, exteriora valla. Secundus cornuta, coronata, forcipulas transversas. De his ordine dicendum est.

PROPOSITIO I.

Opera externa cum emolumento, munitionibus adduntur.

Moveri potest hæc quæstio generalis, an opera externa majus damnum inferant munitioni, seu obsessis, quàm præsidium. Multa in utramque partem proferuntur, plerisque ea probantibus, nonnullis rejicientibus, quorum hæ sunt rationes.

Prima. Obsessorum vires his operibus defendendis nimis distrahuntur, ideoque difficile non erit hosti numeroso singula separatim invadere, & propugnatores opprimere.

2. Cum hæc opera qua parte urbem spectant aperta sint, facilè à tergo invaduntur, & expugnantur. Ita vidimus in Belgio, & Hollandia, omnia opera externa primo congressu, non sine obsessorum magna strage expugnata fuisse.

3. Ab omnibus meritò rejiciuntur propugnacula separata, eò quòd vix ac ne vix quidem defendantur, propter difficultatem transmittendæ fossæ, præcipuè si plena sit, mittendique auxilii. Sic superioribus bellis vidimus in Belgio expugnatas parmulas eò quòd periculosus esset transitus pontibus aut naviculis, nec qui in vallo stabant commilitonibus suis frustra opem inclamantibus præstò esse possent. Quid sunt autem opera externa nisi propugnacula separata.

4 Hæc opera externa ab hostibus occupata damnum inferunt obsessis, cum locum & materiem excitandis tormentorum suggestis, seu tribunalibus suppeditent. Ita Parmula à Turcis occupata, ruinam Famagustæ & Albæ Regali intulit, tormentis inde quasi è superiori loco detonantibus.

5. Opera externa sunt parmulæ, vel cassidea seu Lunulæ propugnaculorum angulis objectæ vel cornuta, & coronata, alia enim ad hæc revocantur parmulæ inutiliter cortinam tuentur, hinc inde propugnaculis jam defensam. Lunulæ seu cassides propugnaculorum angulis objectæ à plerisque rejiciuntur, saltem si solæ adhibeantur, eò quòd non satis defendantur, quòd ultra majoris sclopeti jactum distent ab ala, à qua suam defensionem hauriunt. Cornuta verò, & coronata cortinæ & propugnaculis constant, quæ ex principali vallo non videntur, contra regulam generalem operum externorum, quæ jubet, ut tam interius, quàm exterius pateant.

Quamvis hæ rationes satis validæ sint dico tamen, opera externa utilia esse, cum galearum & clypeorum vices obeant, nec alia videatur moveri quæstio, quam hæc an galea, & clypeo armandus sit miles.

Prima ratio sit experientia, quæ ostendit in operibus externis expugnandis multùm temporis insumi, si benè defendantur. Dogen exemplum Spinolæ proponit, cui Breda tanto tempore restitit,

ftitit, præcipuè propter opera externa. Nonne folent obfeffi dum fuppetit præfidiariorum numerus trenclieis ut vocant, contrariifque lineis ad hoftes accedere ut eorum opera remoreantur. Id autem commodius & tutius præftatur per opera externa, non tumultuariò fed per otium, in pace, & ex arte extructa.

Secundò nullus eft dubii locus, quin fi duplici vallo munitio noftra cingeretur, duplicique foffa, robuftior evaderet, fed opera externa majoris fit momenti quam fecundum vallum, quod primum inutile redderet, & femel occupatum hoftes tegeret, quod operibus externis non accidit, quæ ita difponuntur ut primo vallo non officiant, atque hæc eft vera ratio, cur potius opera externa, quàm novum vallum excitetur.

Fateor quidem difttahi obfefforum vires, in operibus externis nimis multis, & amplis defendendis, ideoque hæc excitari non debent temerè & fine confilio; fed præfidiariorum numerus examinandus eft, an nempe ad illa commodè tuenda fufficiat.

Aliquando accidit ut opera externa primo impetu fuerint occupata, nihil tamen inde concluditur, cum etiam arces, & propugnacula eodem modo fuerint expugnata.

Verum item eft opera externa qua parte urbem fpectant aperta effe, & aditum hoftibus præbere, repagula tamen & infixi pali huic incommodo occurrunt. Adde quòd id nunquam hoftis tentat, quin maximam eladem patiatur.

Præcipua ratio ex comparatione cum propugnaculis feparatis ducitur, quæ ab omnibus rejiciuntur propter difficultatem auxilii. Refpondeo hunc defectum ferri non poffe in parte effentiali, quâ femel occupata, nullus reftat perfugii locus; At in parte accidentali, & minus præcipua non valet eadem ratio.

Ad id quod dicitur, opera externa occupata nocere obfeffis, id quidem facilè concefferim, fed ipfa propugnacula fi ab hoftibus occupentur nociva funt, non tamen ab ullo proptetea rejiciuntur. Dicam tamen opera externa etiam occupata non tamen hoftibus tam magno effe emolumento. Et primò quidem quod fpectat ad materiem, hæc facilius, & minori difpendio aliunde comportari poffet, quam hæc opera externa expugnari. Adde quod cuniculis disjici facilè poffunt & intra propriam foffam obrui.

Ut verò refpondeam pro fingulis operibus externis; Dico parmulas ante cortinam adhiberi, non ad eam fed potius ad alam tegendam, & faciem defendendam, quæ impugnari non poteft; nifi parmula expugnata. Caffides verò lunatæ nunquam folæ adhibentur, fed tantum cum parmula, aut cum cornuto à quo defenduntur.

Cornuta, & coronata non tantum utilia funt, fed fæpe neceffaria, ad præoccupandum locum altiorem, in quo hoftis fua tormenta bellica collocaret, futbemque tormentis bellicis fatigaret; quamvis autem habeant cortinam, & propugnacula, quorum facies, & alæ è principali vallo non videntur, non propterea ei multum nocebunt, fi ab hoftibus infideantur, propter nimiam diftantiam.

Denique hæc opera externa ita emptionibus funt accommodata, ut ab obfefforibus præeaveri non poffint.

PROPOSITIO II.

Regula generales operum externorum.

1 Foffa ficca, non tam parmulis, & lunatis caffidibus eget, quam aquis plena, eò quòd refciffionum fit capax, poffitque in ea, in fingulos paffus hoftibus mora injici.

2. Nunquam lunata caffis propugnaculi angulo objicitur, quin valida parmula, aut cornuto defendatur.

3. Cornutum, aut coronatum cuilibet munitioni addi poteft.

4. Operà externa nulli colli fubjecta effe debent. Cum enim vallo humiliori cingantur, collis vicinus ita iis dominabitur, ut propugnatores tuti non fint.

5. Opera externa directè è principali vallo detegantur, & videantur.

6. Opera externa fiant valida, fatius eft enim habere pauca multorumque propugnatorum capacia, quam multa minora, quæ parum refiftant, nimiumque vires civium diftrahantur.

7. Valla & loricæ operum externorum tormentis bellicis debent refiftere, qua verò parte arcem fpectant aperta fint, ne iis abutatur hoftis.

8. Ad reddendos irritos cuniculos nonnulli putei effodiuntur, poffent item parari cuniculi, quibus facilè in foffam disjiciantur, fi fortè ab hoftibus occupentur.

PROPOSITIO III.

De parmulis.

Parmula eft moles à principali vallo feparata, duabus faltem faciebus conftans, ultra foffam cortinæ objecta.



Eius figura triangularis fatis ex definitione patet, cum fiat communiter in formam canterii, duabus eius faciebus in angulum coëuntibus. Vallum earum humilius eft vallo principali, lorica paulò altior, & feneftellis aperta, fi collocanda fint tormenta bellica.

Parmula quæ portam arcis tegit, duabus alis inftruitur, ut in earum altera fiat porta, potiùs quam in facie.

1. Eriguntur parmulæ ut tegantur portæ, & pontes, qui communiter in medio cortinarum collocantur.

2. Ut defendantur propugnacula, nimis ab invicem

vicem remota, hoc est ut ita corrigatur defectus nimiæ distantiæ.

3. Ad defendendas lunatas cassides, ante angulum propugnaculi munitas.



4. Ut quà parte munitio infirmior est, ea præcipuè roboretur.

5. Præcipuè ut propugnaculorum alæ tegantur, ita ut impugnari non possint nisi ex angulo oppositi propugnaculi.

In parmularum constructione hæ communiter regulæ observantur.

1. Ne anguli defensi parmularum minores sint gradibus 60, nec majores 90 ne scilicet infirmiores sint, aut non satis defendantur.

2. Optimæ sunt parmulæ quarum stringentes desinunt in extremitates cortinæ; sic enim etiam à tota ala defenduntur. Communiter tamen parmularum stringentes desinunt in angulum humeri, & consequenter defensionem perpendicularem hauriunt ex facie propugnaculi, in qua tormenta collocentur, quæ fossam parmulæ directè tuentur.

3. Capitalis parmulæ bifariam & perpendiculariter, secat cortinam in neutram partem inclinando, atque ita utraque eius facies æqualiter defendator.

4. Parmulæ cortinis objiciuntur, ab lisque ita separantur, ut alæ propugnaculorum pone parmulam facies defendant, quod non possent si parmulæ cortinis adhærerent, sed alæ redderentur inutiles, totaque munitio stellulæ figuram indueret; quæ est pessima methodus muniendi, & munitiunculæ minoris momenti accommodata.

5. Cortina longior loco parmulæ commodè admittit propugnaculum planum, modò stringentes propugnaculorum, ad illud dirigantur.

Nonnulli in tali casu duas parmolas cortinâ conjungunt, quod probare non possum eò quòd hæc cortina principali parallela, ex principali vallo detegi non posset, foretque instar loricæ hostibus ad impugnandam urbem.

PROPOSITIO IV.

Praxis parmularum.

Vide figuram præcedentem.

Proponatur extruenda parmula ante cortinam AB; hanc bifariam divide in punĉto C & in perpendiculari CD, ultra fossam abscindet capitalem DE, quæ aut mediam aut duas tertias, aut etiam tres quadrantes faciei propugnaculi contineat, nempe 24, 32, aut 36 exapedas. Ducantur exinde lineæ EA, EB habebisque parmulam à tota alâ defensam.

Alia praxis determinatâ capitali DE fiant anguli DEG, DEF singuli 30 graduum, modò lineæ EG, EF produĉtæ, in aliquod cortinæ, aut alæ punĉtum incurrant.

Tertia praxis. Pes circini aperti secundum cortinam AB, statuatur in A & B, describamorque duo arcus in punĉto E, duĉtisque lineis EGB, EFA, usque ad crepidinem fossæ in G & F, habebiturque parmula.



Quarta praxis dividit bifatiam in K & I semicolla BL, AM, ducitque lineas KPR, IOR se intersecantes in punĉto R, duĉtâ fossæ crepidine, determinata erit parmula.

Quinta pedem circini aperti secundum cortinam AB collocat in punĉtis O & P, duosque arcus se intersecantes in punĉto R, duĉtisque lineis OR, PR absoluta erit parmula.

Sexta hinc inde abscindit lineas DG, DF 30 exapedarum, pro collis parmulæ, tunc supra lineam FG triangulum æquilaterum construit, (*per primam 1. Eucl.*)

Septima tabulas supputatas adhibet, quibus tamen opus non est. Capitalis DR 40 exapedas habere potest, lineæ DG, DF, 20 aut 23.

Fossa parmularum latitudinem 15 aut 16 exapedarum sibi vendicat.

PROPOSITIO V.

Cassides seu lunulæ.



Cassides à parmulis vix differunt quo ad figuram, ideoque eas ab invicem multi non distinguunt, nisi quod velint lunulas paulò minores esse, habereque facies quæ 30, si striĉtè loquamur, exapedas

- exapedas non excedant. Si tamen strictè loquamur lunula erit moles separata, cujus figura exterior in orbem flectitur, & ultra fossam, ante apicem propugnaculi collocata. Ex hoc flexu fossæ quæ ante angulum defensum circularis est, lunulæ nomen accepit.

Lunularum hæ regulæ statuuntur.

1. Nullæ cassides seu lunulæ adhibeantur, nisi valida parmula aut cornuto defensæ. Ratio est quia hæ moles ita in hostes procurrit, & tam longè dissita est ab ea valli parte ex qua suam defensionem haurit, ut facilè expugnari possit, nisi ab alio opere externo defendatur.

2. Aliqui volunt ut cassides nullis instruantur alis, quæ hostibus essent instar loricæ. Quod quidem verum est si cassis propugnaculum non ambit, si enim partem faciei tegit, alæ quæ adh berentur, è principali vallo directè viderentur. Nihilominus ut regulis communibus insistamus cassides alis careant.

3. Angulus defensus cassidis 60 gradibus minor non sit, & 90 non excedat, propter rationes supra allatas.

4. Capitalis cassidis cum capitali propugnaculi jaceat in directum, ut æqualiter facies tegat.

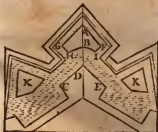
5. Apex cassidis ab ea parte à qua defenditur, non distet pluribus, quam 120 exapedis.

6. Facies lunulæ sit 25, aut 30 exapedarum, ut saltem 100 propugnatorum sit capax.

PROPOSITIO VI.

Praxis cassidum seu lunularum.

Ad describendam cassidem, seu lunulam, producatur quantum libuerit capitalis propugnaculi,



li, in eaque abscinde à crepidine exteriori fossæ, lineam AB, quæ duas tertias partes faciei propugnaculi habeat. Producantur item facies propugnaculi CD, ED in IF, HG Denique fiant anguli BAF, BAG singuli saltem 30 graduum, eritque descripta lunula.

Possunt facies AF, AG, esse parallelæ faciebus ED, CD, vel nonnihil interius divergere, ut angulum minorem comprehendant.

Nonnulli ita facies lunulæ determinant. Assumpta ut prius capitali AB. ducunt facies AFK, AGK ad punctum concursûs crepidinum fossæ.

Alia praxis. Productis faciebus propugnaculi CD, ED, in F & G abscindantur lineæ HG, IF 25, aut 30 pedum, quanta basis valli, pro opere externo, ductaque linea occulta GF, fiat super ea triangulum æquilaterum.

Vel determinatis punctis G & F, aperiatur circinus ad intervallum 35, aut 40 exapedarum, fiant duo arcus sese intersecantes in puncto A, hoc est cuilibet faciei lunulæ tribue 35 aut 40 exapedas.

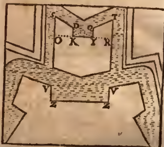
Lunula suam fossam habet, cujus latitudo mediam saltem partem majoris fossæ obtineat, potest major fossa fieri latior, inter parmulam & cassidem ut hæc opera videantur intra fossam posita.

Via tecta non sequitur ad amussim omnes anfractus fossarum; sed sæpe latior evadit illudque intervallum congregandis militibus accommodatissimum est.

PROPOSITIO VII.

De cornutis.

Cornutum est moles separata ab arce, in agrum suburbanum lineis parallelis excurrens, & hosti duo semipropugnacula, & cortinam unicam objiciens Figura dispositionem cornuti satis exprimit.



Adhibetur cornutum potius ad defendendam cortinam, quam ad tegendum propugnaculum, quia cum duo ejus latera inter se parallela sint, suam defensionem à sola cortina haurit, à qua tamen nimium distat. Nihilominus urbes Rhes Gulic, Zutphen, Breda, propugnacula habent cornutis instructa.

Opus cornutum, cortinam omnino tegere potest, alis propugnaculorum in directum jacentibus cum lateribus cornuti. Potest parmula intra cornutum excitari, quod etiam potest rescindi semel, & bis resectione similis figuræ.

Hæc cornuta, sicut & coronata & forcipulæ quia ad hostes promoventur, commodissima sunt ad eruptiones faciendas, modò tamen sufficiat præsidiariorum numerus, item ad præoccupandum aliquem collem.

Cornutorum regulæ; & axiomata sunt hæc.

1. Prima cornutorum latera sint parallela, neque enim convergere debent, ne spatium interjectum non sufficiat cortinæ & duobus propugnaculis, neque item divergere, ne propugnacula tegantur, & inutilia reddantur.

2. Ne latera cornutorum excedant 120 exapedas, computando à cortinis, si ab iis suam defensionem hauriant. Si verò longiora fierent, iis etiam alæ adderentur à quibus defenderentur,

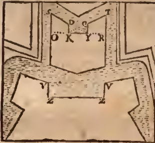
quæ

quæ ita detorquentur ut ex vallo principali interius, & exterius videantur.

3. Communiter facies semipropugnaculorum est 20 exapedarum, alæ decem, colla 17, angulus defensus 60 graduum.

PROPOSITIO VIII.

Praxis cornutorum.



Producantur propugnaculi alæ ZV, ita ut linea ZT, aut VT, VS 120 exapedas non superet, ductæque lineæ occultæ ST, sit tertia pars OS, RT, quibus æquales sint OX, YR, ductisque stringentibus XT, SY & perpendicularibus XP, YQ, absolutum erit coroutum.



Alia praxis ductis pariter lateribus, & occultis ST, fiant anguli STO, TSR 25 graduum, eosque divide bifariàm linea SI, fiantque æquales TI, SN. Ducantur alæ NK, IL parallelæ lateribus, usque ad stringentes, eritque KL cortina.

Nonnulli primam praxin damnant, eò quòd cortina sit minor faciebus, sed huic incommodo facilè occurrimus, si colla OX, RY quartam tantum partem lineæ ST.

Possunt addi parmulæ ante cortinam cornutorum, quarum capitalis erit 20, aut 25 exapedarum.

Nonnulli addunt cassides angulis semipropugnaculorum; sed malè, quia periculosæ sunt, nec satis defensæ. Adde quod finis tandem aliquis munitionibus imponendus sit.

Alii cornuta minus lata componunt, quam sit cortina, detrahuntque hinc inde aliquas exapedas, inutiliter tamen.

Quamvis ut dixi cornutorum latera communiter parallela sint, possunt aliter fieri, cum situs id postulabit. Nempe divergentia, tunc autem vocantur in caudam hirundinis, *à queuë d'irondelle*, vel convergentia, *à contrequeuë d'irondelle*.

PROPOSITIO IX.

De coronatis.

Coronatum est moles à principali vallo separata, duobus lateribus, & duabus saltem cortinis, uno ad minimum propugnaculo integro, duobusque semipropugnaculis constans.

Finis idem ac cornutorum, nempe defensio principalium munimentorum, vel præcipuè præoccupatio alicujus loci, è quo posset hostis damnum inferre. Parmula enim defensionem sufficientem præberet.

Iisdem ferè regulis subjacet, quibus cornuta.

Prima sit ne latera coronatorum 120 exapedas excedant, nempe ab eo loco, è quo suam defensionem hauriunt.

2. Ne apex propugnaculorum, aut semipropugnaculorum plus quam 120 exapedis inter se distent; quamvis enim videretur sufficere, ut maxima defensionis linea, 120 exapedas non excedat, secundùm universalem regulam, quia tamen anguli propugnaculorum acutiores sunt, & vallum paulò humilius, eorum defensio brevior, & certior esse debet.

3. Anguli defensi 90 gradus non excedant, nec sexaginta minores sint.

4. Latera coronatorum divergant, alioquin spatium illud non comprehenderent, quod ad duas cortinas requiritur. Quæ ad tegenda propugnacula adhibentur, tertiam partem faciei complectuntur, & ab ea suam defensionem hauriunt, incidunt que perpendiculariter.

PROPOSITIO X.

Praxis Coronatorum.

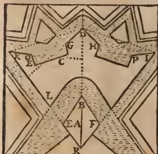
Cum coronatum sit pars polygoni, Architecti munus est, inquirere quodnam sit accommodatum operi suo, cavendo tamen ne semipropugnaculorum anguli acutiores evadant.



Prima praxis succedit in quadrato, in aliis verò polygonis non item.

Producantur

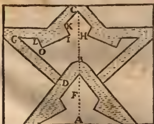
Producantur propugnaculorum alæ in K, & I, ita ut puncta K & I à cortina tantummodo distent



120 exapedis. Producatur item capitalis RB, sitque punctum R, concursus duarum alarum, tum consideretur ad quod polygonum pertineat angulus DRK qui si inveniatur graduum 45 pertinebit ad octogonum; sint lineæ RD,RK RI æquales ductisque lineis occultis DK,DI, fiat angulus DKO 45 graduum, ducanturque facies DG, DH prout exigunt tabulæ illius polygoni, vel sine tabulis; facies DH assumit duas septimas partes lineæ DK, fitque angulus BDG graduum 45, eritque rectus angulus defensus D, ad lineam occultam GO. Ducantur perpendiculares GC, OE 18 exapedarum; denique ducatur Cortina C E.

Cavendum est ut facies KO sit defensa, & anguli K & I sint saltem 60 graduum.

Alia praxis. Producta capitali AB, ita ut linea BC sit 120 exapedarum, abscindatur B D tertia pars



faciei, ducaturque perpendicularis DG, quæ capitalem secabit in puncto F. Fiant FC,FG, æquales, ductâque lineâ occultâ, angulus CFG determinabit polygonum, ad quod tale coronatum pertinet: Fiatque ergo propugnaculum ICH conveniens tali polygono, tum in linea G L I assumes GL æqualem KC, ductaque ala LO parallela KI, junges cortinam IO.

Si coronatum tegeret cortinam, ducenda esset perpendicularis ad mediam cortinam, ut esset capitalis propugnaculi integri.

Possunt item fieri coronata ad protegenda duo propugnacula, maximè dum præoccupandus est aliquis collis. Valla cornuti, & coronati possunt esse altiora vallis parmularum & cassidum.

PROPOSITIO XI.

De Forcipibus.



Opera externa quæ hactenus descripsimus sunt permanentia, & per otium tempore pacis excitantur. Alia extruuntur minoris momenti, dum hostis imminet, quæ sub nomine forcipum comprehendimus. Hæc ut verum fatear cornuta & coronata quæ loco propugnaculorum, & semipropugnaculorum simplici angulo interno instruuntur, ideoque simplices forcipes cornutorum, duplices coronatorum vices obeunt.

Forcipum regulæ sunt istæ.

1. Anguli defensi forcipum ne ab invicem pluribus, quam 100 aut 120 exapedis distent.
2. Ne iidem anguli minores sint 60 gradibus.
3. Ne latera forcipum majora 100 exapedis.

Hæc species operum externorum imperfecta est, videtur enim peccare contra primum principium, quo cavetur, ut nullus sit locus, è quo hostis deturbari non possit, est tamen in apice anguli interni, aliquis locus in quo tuto potest hostis delitescere. Supponamus enim forcipem habere vallum cujus altitudo comprehensa lorica sit pedum 14. & miles stans in vallo ad explodendum elevetur duobus pedibus cum dimidio supra loricam latam 12 pedes; fiat ut $2\frac{1}{2}$ ad 12, ita 14 ad 67. Erunt pedes ferè 50, circa angulum internum in quo tutus erit hostis; si tamen vallum sit humile, hic defectus minor erit.

Ne fiant duplices forcipes, dum unica ehelis sufficit, melius enim angulus internus detegitur, dum brachia longiora sunt.

Multi hæc opera rejiciunt, voluntque loco forcipis semper coronatum, aut cornutum substitui, quæ opera tantum forcipibus præcellunt, quantum stellatæ munitioni præstat munitio suis instructa propugnaculis.

Nihilominus quando alæ, cortina & facies cornuti breviores sunt multi forcipem cornuto præferunt.

PROPOSITIO XII.

Praxis forcipum.

Vide figuram præcedentem.

Si pro opere cornuto forcipem describendam susceipis, ductis lateribus AB, C D ducatur linea occulta BD, quæ dividatur bifariam, fitque perpendicularis EF, æqualis dimidiæ DE; nam junctis DF, BF perfecta erit forceps eritque angulus EDF graduum 26, & angulus CDF graduum 64.

Pro duplice forcipe ductis lateribus GH, IK, LM, fiant anguli GHO, IKO 60 graduum, sintque OP, OQ tertiæ partes linearum OH, OK, tum super Pq fiat triangulum æquilaterum QMP, eritque perf. cta forceps.



Nonnulli addunt forcipibus parmulas, ut nempe tegatur angulus internus.

PROPOSITIO XIII.

De Transversis.

Sub hoc nomine transversarum comprehendimus ea omnia opera, quibus transitum hosti præcludimus, præcipuè verò in locis angustis, ut in aditu pontis, in aggere inter paludes erecto, in via undique rupibus septa. Fiunt item transversæ ad evitandam cladem à jaculis ignitis, malisque puniceis inferendam. Dum enim decidit malum punicum, aufugiunt milites, & post hujusmodi transversas delitescunt.

Transversarum formæ seu figuræ variæ sunt, immò & innumeræ excogitari possunt, illas maximè probarem, quæ ad cornuti, aut coronati figuram accederent.

Earum partes omnes defendi debent, regulæque cæteræ munitionum in iis locum habent.

PROPOSITIO XIV.

Praxis Transversarum.



Potest pro transversa excitari propugnaculum planum, cum duobus hinc inde lateribus à quibus defendantur facies, ut vides in A.



Transversa B facilè perficitur divisa tota latitudine in tres partes æquales descripto supra mediam triangulo, duplicemque forcipem imitatur.

In transversa C extrema latera sextam partem

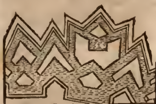


latitudinis obtinent, supra alia intervalla triangula rectangula excitantur.



Transversa D tribus parmulis constat. Possent plura adhiberi.

Si munimentum ex una tantum partem impugnari posset, fierent plurima opera ad modum transversarum, cornutorum, ut vides in figura.



Quare in genere potest ad tegendam cortinam apponi parmula quæ tegatur cornuto, & ante cornuti cortinam alia parmula, immo etiam coronatum. Cujus exemplum Philisburgi, cujus opera externa ad Rhenum usque excurrunt. Quare hæc multiplicari quantumlibet poterunt modo præsidium iis sufficiat.



PROPOSITIO XV.

Propugnaculi exterius vallum.



Propugnaculi exterius vallum *contregarde* est moles ultra fossam posita, & faciebus parallela.

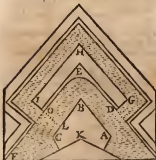
lela. Differt autem à caſſidibus, ſeu lunulis, quod caſſidea nullo modo propognaculum ambiant, ut pote ſoli ejus angulo objectæ; nam propugnaculi facies productæ caſſidia facies determinant. Differt item hoc vallum, à promurali, quod ante foſſam ſtatuitur, iſtud autem ultra foſſam.

Vallum hoc exterius craſſitiem 7 aut octo exapedarum obtinet, altitudinem ſeptem aut octo pedum, non computata lorica, & foſſam quæ ſaltem media foſſæ majoria latitudinem habeat.

Hoc vallum in locis acclivibus optimè collocatur. Quoties nempe valli principium ita aſſurgit ut non niſi hoſtes remotos impetere poſſit, atque ita duplicari, & triplicari poteſt propugnaculum. Sed diligenter cavendum eſt, ne defenſione careant; ſed ex ſtatione aliqua ſingulæ ejus partes detegantur, quod uſque adeo facilè non eſt, præcipuè dum angulus propugnaculi acutus eſt.

PROPOSITIO XVI.

Praxis externi valli

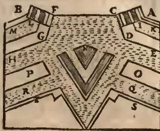


Producatur capitalis KB, ſitque EH 12 circiter exapedarum, ductiſque lineis EO, ED; HI, HG parallelis faciebus,ita tamen ut HI,& HG ad aliquod punctum cortinæ dirigantur; quare ſi angulus propugnaculi ABC fuerit ſatis magnus, poterit angulus hujus valli fieri minor, & lineæ HI, HG non eſſe parallelæ faciebus AB, BC. Ducatur item ad tertiam partem faciei perpendicularis LOI ſitque OI 12 exapededarum, tum excitetur ſupra GI triangulum æquilaterum, habebiſque vallum exterius, cujus angulus erit 60 graduum, minimus qui poteſt eſſe, atque adeo qui maximam defenſionem concedat.

PROPOSITIO XVII.

Prima diſpoſitio operum externorum ſecundum mentem Comitis De Pagan.

Comes De Pagan duas operum externorum diſpoſitiones proponit. Prima parmulam duplicem exhibet, & valla externa propugnaculum ambientia. CF eſt cortina majoris valli, A & B duo propugnacula reſciſſa alio minori propugnaculo ſecundùm ejus methodum ut libro præcedenti explicuimus, ita ut KI, & LM ſint facies minoris propugnaculi ante quas notata eſt ejus



foſſa. DE, GH ſunt facies majoris propugnaculi, CD,FG ſunt alæ. M,N eſt duplex parmula. P & O ſunt externa valla, quæ integras ferè facies tegunt. R & Q ſunt foſſæ. Craſſities hujus valli eſt 7 aut 8 exapedarum; ſed inter vallum & foſſam majorem H, & N alias 7 exapedas vacuas relinquit, ad congregandos milites, & excitanda eorum tuguriola.

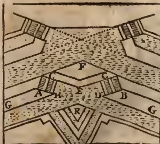
Hæc diſpoſitio quamvis nova, non tamen inepta eſt, nam parmula non tantum defenditur ex vallo principali, ſed etiam ab his vallis externis.

Reprehendi poſſet hæc diſpoſitio, quod parmulâ occupatâ, hæc ſecunda valla non amplius defendantur; quia parmula ipſa videtur impedire, ne ſecunda valla ex vallo regio videantur. Sed præterquam quod hoc incommodum in pleriſque operibus externis reperitur, ut dum cornuta, & caſſides adhibentur, occupato cornuto caſſis defenſione caret. Poſſet hæc parmula, ſi occuperur ab hoſtibus, cuniculis disjici. Deinde hæc parmula duplex eſt, & conſequenter non ita facilè in hoſtium poteſtatem veniet.

PROPOSITIO XVIII.

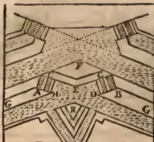
Secunda diſpoſitio operum externorum ſecundùm mentem Comitis De Pagan.

Idem author aliam operum externorum diſpoſitionem proponit, contenditque munitionem ita



compoſitam, triplò fortiorem eſſe communibus. Supponendo ergo propugnacula, jam reſciſſa minori propugnaculo, ſua foſſa probè munito,

utrinque extruit duo valla externa, quæ propugnacula ambiant, duasque tertias partes facierum



tegant. Vallorum crassities est ut prius 7 exapedarum, aliasque 17 exapedas vacuas relinquit, ut congregentur milites, & ut tuguriola exciententur, spatium item AB cortinæ æquale vacuum relinquit, ducitque duas lineas AC, BC quæ vices alarum obeant, fintque perpendiculares ad stringentes GH, GD, & loco cortinæ rectæ angulum externum CEC describit, ut majus evadat spatium, ita autem hunc angulum constituit, ut disjectis alis AC, BC, latera tamen CE, EC, à faciebus propugnaculorum defendetentur.

Hæ alæ tres habent tormentorum stationes, altior trium tormentorum, media quatuor, infima duorum est capax, unde valla hæc alta esse oportet. Tormenta autem parva esse oportet, ut facilè intra arcem transferantur, si accidat valla expugnari. Fossa vallorum externorum duas tertias partes majoris sibi vendicat. Patruula R duplex est, duplici nempe vallo, & duplici fossa instruitur. Via tecta, cum sua lorica & seclivitate nihil habent peculiare.

PROPOSITIO XIX.

De duplicibus propugnaculis.

Propugnacula duplicis in numerum operum externorum referimus, quamvis ad partes essen-



tiales pertinere videantur. Iis tantum utimur in locis acclivibus, cum principalis valli altitudo tanta est, ut ejus lorica, nec fossam, nec viam tectam, nec ejus acclivitatem videat; tunc enim circa ejus vallum, unum aut alterum promurale, quasi per gradus sibi invicem succedentia. Sed præcipuè advertendum est, ut eorum facies defendantur, atque adeo eorum anguli minores possunt esse angulo propugnaculi. Quodlibet promurale stationem habeat tormentorum bellicorum capacem. Si inter propugnaculum & hujusmodi promuralia fossa aliqua interjiceretur, robustior evaderet tota munitio. Hoc genus munimenti nimios valli nimia alti defectus corrigit, impeditque ne tam facilè cuniculis disjiciatur.

PROPOSITIO XX.

Varia dispositiones, & figura via tecta.

Quamvis via tecta, pars essentialis videatur, tot tamen figuras induit, ut in numerum partium externarum referri possint.



Primò dum via tecta ita alicui colli subjacet, ut directè videatur, anfractuosa lorica instruatur, addito triangulo in medio. Talem exhibemus in figura 80.

Nonnulli volunt ut partes viæ tectæ se invicem defendant, nihilominus ratio propter quam ita munitionis partes ordinamus, ut se invicem videant, locum non habent in via tecta, cum ejus, lorica ita parum assurgat, ut in acclivitate eius hostis tegi non possit, quare videtur inutile, viæ tectæ loricam, in modum propugnaculi efformare, ut vides in GML.



Alii vacerras, & paloa in viæ tectæ acclivitate infigunt, quæ tamen videntur hostibus esse instar loricæ contra urbem, quod videtur pugnare contra finem ipsius acclivitatis. Has tamen vacerras multi utiliter in ipsa lorica adhibent, quas improbare non ausim.

Fossa item post seclivitatem ab aliis additur, & alia via tecta. Ita munita fuit Breda, ut præter opera externa duplicem haberet fossam, duplicemque viam tectam.

Addo hic figuram nonnullarum munitionum, operibus externis instructarum; non quod eas probem, sed tantum ut tyronibus viam similium inveniendarum aperiam.

PROPO

PROPOSITIO XXI.

De sectione verticali operum externorum.

Incipio à tabula in qua tam altitudinem, quam crassitiem omnium partium operum externorum videre liceat. Divido autem opera externa in quatuor partes, in majora, mediocria parva & minima.

Tabula partium operis externis.

Partes Valli.	Maximi pedes.	Mediocris pedes.	Parvi pedes.	Minimi pedes.
Basis valli.	44	36	24	20
Altitudo valli.	10	8	6	4
Acclivitas exterior.	5	4	3	2
Acclivitas interior.	10	8	6	4
Basis loricæ.	17	15	13	9
Altitudo interior.	6	6	6	6
Altitudo exterior.	3	3	3	3
Altitudo suppedanei.	2	2	2	2
Latitudo ejus.	3	3	3	3
Margo.	6	5	4	3
Latitudo fossæ.	48	42	30	20 24
Profunditas.	10	9	8	6

Non erit difficilè describere sectionem verticalem valli, loricæ, & fossæ aliarumque partium alicujus operis externi, secundùm regulas suprà traditas, in partibus essentialibus alicujus munitionis, cum tota differentia in mensurarum diversitate posita sit.

Cum operum externorum valla humiliora sunt, facilè etiam primo impetu expugnantur, præcipuè cum sola aggesta humo constant, tunc enim acclivitatem paulò majorem habet.

Huic tamen incommodo obviam imus palis in pede loricæ collocatis, non quidem horizontaliter, ne scalæ adhibeantur, hostisque iis facilè insistat, sed cum aliqua inclinatione. Deficiunt tamen in eo quod si tormento bellico apposito impetantur, loricam ferè totam disjiciunt secumque in præceps trahunt.

Utiliores videntur esse vacerræ, seu pali verticaliter infixi, qui si firmi in iis avellendis, multum temporis impendunt, magnamque sæpe cladem patiuntur hostes. Communiter autem adhibentur primò in pede valli, ut in I, F. Secundò in media fossa, præcipue si fuerit plena aquis ut in E, quo in loco sunt utiles ut accidit *S. Iean de Laune*: cum enim hanc urbem obsedisset Galassius, impressionemque fecisset, vacerræ in media fossa positæ hostium impetum retardarunt, ita ut tunc in eorum potestatem non venerit. Sequenti vero nocte exundans Arar, magnam partem exercitus submersit.

Infiguntur item pali in lorica viæ tectæ ut in D, vel in pede acclivitatis. Alii præcipuè secundùm facies propugnaculorum palos uno pede crassos, & 12 altos sed media sui parte terræ infigunt, ad impediendos cuniculos. Hoc tamen impedimentum exigui videtur momenti, cum palus facilè resecetur dum occurrit.

ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER QVARTVS.

De munitionibus irregularibus.



HÆC pars Architecturæ militaris præstantior est præcedente, cum nullus sit tyro mediocriter in hac arte versatus; qui munitionis regularis diagramma non describat, cum tamen difficillimum sit irregularem locum munire, ob varias circumstantias, quarum omnium regulas dare non possumus, quæ omnibus casibus satisfaciant, omnibus incommodis obviam eant. Quare Architecti industria maximè elucet, dum sitûs propositi commoda ita sectatur, circumstantiasque omnes in suum emolumentum detorquet, ut parcendo sumptibus, munitionem tamen probam extruit. Addo utiliorem esse hanc partem, eò quòd raro admodum novæ urbes, & arces extruendæ proponantur, sæpè veteres quæ irregulares sunt, novis munimentis instruantur.

Regulæ seu Axiomata.

Pleræque regulæ & axiomata libro primo demonstrata, jam in hac etiam materia locum habent; ideoque ea non repeto.

1. Irregularis munitio quantum fieri potest ad regularem revocetur, tanquam ad normam, & prototypum. Quare non omnino expensis parcendum est, ut regularis sit munitio: vitetur tamen omnis excessus, fieri enim potest ut irregularitas non noceat, immo verò emolumentum, & robur afferat. Quare sufficit, ut nulla irregolaritas sine ratione inducatur.

2. Uniformis sit roboris munitio, & ubi natura deficit, ars suppleat; quod ita intelligi non debet, ut si locus aliquis natura sit robustior, de industria infirmetur.

3. Capacior area minùs capaci præferatur; cum hæc capacitas nocere non possit immò verò multùm prodesse, tam excipiendis pluribus civibus, quam ad rescissiones novasque munitiones excitandas; unde quantum fieri potest vitentur anguli interni, qui præterquam quòd angulos vicinos acutos, & ineptos reddunt, aream sub iisdem expensis minuunt.

4. Nullus Angulus figuræ, seu circumferentiæ acutus aptus est munitioni, quare prima figura munitioni accommodata, est quadrata.

5. Latus figuræ minus 70 exapedis munimenti est incapax, cùm minimarum munitionum latus octoginta exigat. Ratio est quia subductis hinc inde duobus semicollis octodecim exapedarum, seu 36, restarent tantum 24 pro cortina quæ longitudo non sufficit, ut probè defendantur propugnacula.

Cortina autem nec 100 exapedis major esse debet nec minor 45, quare maximum latus est 136. & minimum octoginta.

6. Minima propugnaculorum distantia, seu latus externum polygoni, sit 120 aut saltem 100 exapedarum, & maxima 160 aut 170. Cùm enim majoris sclopi jactus sit 120 exapedarum, inutile videtur propugnacula ita vicina statuere, ut linea defensionis multò minor 100 exapedis evadat. Præcipua tamen ratio est quod in tali casu, latus internum 80 exapedas non æquaret, atque adeo munitione probam non admitteret, ut supra demonstravi.

7. Si latus muniendum minus sit quàm ut capax sit trium propugnaculorum, paulò tamen minus, quam duò requirunt, satius est duo majora, quam tria minora excitare.

8. Si fluvius in urbem admittendus sit, satius est in cortina alveum eius, quam in propugnaculo collocare, eò quòd melius hinc inde defenditur, minusque hostibus exposita est. Idem in portis observamus. Satius ut collis cortinæ immineat, quam propugnaculo.

9. Munitionis irregularis propugnacula debent esse inæqualia, immò ejusdem propugnaculi facies æqualitas. Neque affectanda est ea venustas, & pulchritudo, quæ ex partium æqualitate oritur; cum hæc in diagrammate tantum appareat, in opere ipso non animadvertatur. eò quòd omnes simul partes non videantur. Robustissima propugnacula pulcherrima sunt.

PROPOSITIO I.

Varii modi minus congrui munitionis irregularis.

Nonnulli Architecti omnia propugnacula æqualis roboris reddere conantur; quod ut præstent facies omnes æquales faciunt; in quo hallucinantur. Neque enim in faciebus, sed in angulo defenso, in alis, & semicollis propugnaculi robur positum est.

Alii omnium laterum munitionis aggregatum faciunt, tum considerant ad quod polygonum pertineat angulus muniendus, cui nempe imponendum est propugnaculum: facta item summa omnium laterum polygoni, ex tabula desumptorum regulam auream instituunt in hunc modum: Si hæc ultima summa dat faciem, alam, cortinam, tot exapedarum, quot exapedas dabit pro singulis.

Aggregatum

aggregatum omnium laterum munitionis irregularis; dico hunc modum esse incongruum.

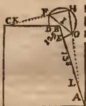
Demonstratio. Reddit plerumque munitionem impossibilem, hoc est sæpè accidet ut anguli defensi non defendantur, ut cortinæ ita sint breves, ut eas latus propositum non capiat. Ratio per se patet, nam ad determinandas partes hujus propugnaculi, habetur ratio totius ambitus, qui major aut minor esse potest, immutato angulo muniendo, lateribus illum comprehendentibus.

Alii denique propius ad veritatem accedunt, utuntur enim tabulis munitionum regularium, considerando nempe ad quod polygonum pertineat angulus muniendus. Ut si angulus propugnaculo instruendus esset 115 graduum, cum angulus circumferentiæ exagoni, sit 120 graduum, & angulus pentagoni 108, angulus propositus potius ad exagonum accederet, quare secundum eorum mentem adhibendæ forent tabulæ exagoni, hoc modo si latus exagoni, tot exapedarum in tabula, dat mihi faciem, alam, semicollum, tot exapedarum, quot tribuet pro singulis, latus irregulare propositum.

Hic tamen modus licet bonus, exactus non est, eò quòd negligat angulorum quantitatem, quæ multa commoda præstare potest, præcipuè verò circa angulum defensum, & alam secundam, multi tamen eò utuntur, quasi aliquorum graduum differentia nihil in munitione immutaret.

PROPOSITIO II.

Locum irregularem cujus latera apta sunt, & anguli, recti munire methodo Gallica.



Quandoquidem munitio irregularis supponit aliquam situs circumstantiam, quæ irregularitatem invehat, illius ichnographia exactè describenda est modis supra traditis; si latera convenientem habent longitudinem, & anguli fiot saltem 90 graduum, supra singula excitanda erunt propugnacula.

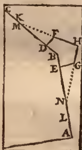
Proponatur ergo angulus ABC 125 graduum, sitque AB 138 exapedarum, & BC 110; dividatur BC in 6 partes æquales, sitque BD sexta pars, quæ consequenter erit 18 exapedarum, vel absolutè fiat BD exapedarum 18, cui æqualis sit ala DF, pariter BE sit sexta pars lineæ AB, nempe 23 exapedarum, cui æqualis fiat ala EG. Cum ergo angulus B supponatur 125 graduum, paulò major quam angulus circumferentiæ exagoni, liberum erit munitionem stringentem aut figentem efficere. Si vis ut angulus defensus rectus sit supra GF, describatur semicirculus, assumptoque semicollo CK, ducatur linea KFH, ductâ item lineâ HG, modo in aliquod punctum cortinæ LE, incidat, perfectum erit propugnaculum; si autem non incideret aliquid necessariò immutandum foret.

Idem præsta circa alios figuræ angulos, habebisque integram munitionem.

PROPOSITIO III.

Modus muniendæ figuræ regularis aptæ, ita ut figentem defensionem sortiatur.

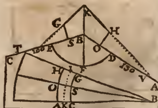
Observandum est primò, non omnem angulum capacem esse defensionis figentis, & primo quidem angulus, non multò major angulo pentagoni, seu gradibus 108 defensionem figentem non admittit. Latera item non satis longa, seu quæ 100 exapedas non exceedunt vix præbent secundam alam.



Determinatis ut priùs semicollis BE, BD, & alis DF, EG, abscinde alia semicolla AL, CK, sintque KM, LN tertiæ partes cortinarum, ductis lineis MFH, NGH, perfectum erit propugnaculum, modo tamen angulus H, minor sexaginta gradibus non evadat.

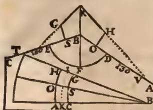
PROPOSITIO IV.

Figuram irregularem legitimam munire ope anguli dirigentis.



Jam ostendi supra methodum describendi anguli dirigentis. Suppono igitur angulum B 115 graduum, latus AB 130 exapedarum, BC 100, describatur ex puncto B ut centro arcus DFE, qui dividatur

dividatur bifariam in F, vel arcus E F fit paulò major arcu DF, ut nempè melius defendatur GK,



ex parte minoris lateris sita; latera AC,BC transferantur in angulum dirigentem, fiantque duo arcus CG, AH. linea CA bifariam dividatur in K, fiatque arcus KI, quia nempe capitalis communis est, transferatur KI anguli dirigentis, in capitalem BK, AO anguli dirigentis, erit semicollum majoris lateris AB transferendum in BO, & CS anguli dirigentis erit semicollum lateris BC, in BS transferendum. SG, OH transferantur in SG, OH pro alis ductis faciebus KG, KH, absolvetur propugnaculum.

Ad defensionem stringentem non habetur ratio alarum; sed tantum semicollorum, & capitalis.

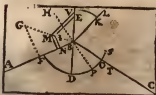
Ad defensionem figentem potest assumi tertia pars cujusl bet cortinæ, & duci stringentes ad punctum K determinatà scilicet capitali, cavendo tamen ne alæ breviores evadant; quare attentando donec omnes propugnaculi partes, convenientem habeant magnitudinem, perficies propugnaculum.

Eadem praxi utere respectu aliorum angulorum, sive defensionem tantum stringentem, sive etiam figentem desideres, notando tamen angulos 120 minores defensionem figentem non admittere, nisi latera sint valdè longa

PROPOSITIO V.

Figuram irregularem munire methodo Hollandicâ.

Optimus modus muniendi irregularem figuram, easdem adhibet praxes, & methodos qui-



bus superius circa regulares usi sumus. Quare in hac propositione methodum Hollandicam usurpo in munienda figura irregulari, quam probam suppono, id est angulos ejus obtusos, cum lateribus inæqualibus.

Dividatur angulus DBE bifariàm lineâ DBE, sit item BF semissis lineæ AB, ductaque perpendiculari FG fiat angulus FBG 40 graduum, secundum morem Hollandorum pro angulo determinante alam. Arcui DO addatur arcus OS quindecim graduum, erit arcus DP semissis arcûs DS mensura dimidii anguli defensi, arcus VBL æqualis fiat angulo DBP, & linea BL continens duos trientes lateris AB linea occulta LG secabit capitalem BV in puncto E, per quod ducenda erit facies E I parallela B L, & I N perpendicularis ad AB.

Idem præstandum est supra latus BC, quod non notavi in figura vitandæ confusionis causa. Perficiatur igitur semi propugnaculum ex alia parte, dabiturque capitali BV major quam BE, ducatur facies VM parallela EI, modo in cortinam incurrat ad partes A, eritque perfecta operatio.

Idem fiat supra alios angulos, & latera, habebisque munitionem irregularem Hollandicam. Eodem modo usurpari possunt reliquæ praxes, formatis hinc inde semipropugnaculis supra singula latera, & adhibita correctione convenienti, quoties duæ partes ejusdem propugnaculi habent capitales inæquales.

Demonstratio supra tradita, hic etiam locum habet, cum sit eadem praxis.

PROPOSITIO VI.

Figuram irregularem interius munire.

Hactenus figuras irregulares exterius munivimus, supposito scilicet interno urbis ambitu, cui addicti eramus. Dantur autem aliqui casus in quibus propugnacula exterius addere non licet, ut dum munienda est insula, vel locus aliqua parte præruptus. Talis est munitio Sancti Andreæ ad confluentem Rheni, & Mosæ Præsidium item *De Skens*, paludes item sæpe munitionem ita stringunt, ut determinatum spatium excedere non liceat, ne fiant expensæ maximæ, ut firmum evadat opus.

Suppono ergo proponi locum cujus anguli obtusi, & exteriora latera satis magna, hoc est saltem 120 exapedarum, aut ad minimum 100 & maxima non superent 170. Comes de Pagan ad 200 procedit, sed in tali casu semicolla, & propugnacula maxima sunt.

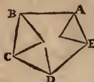
Initium ducimus à maximo angulo. Supponatur ergo esse 145 graduum qui accedit ad decagonum nempe 144. Adhiberi possunt tabulæ decagoni facta regula trium, in qua primus numerus erit latus exterius, secundus distantia polygonorum utraque ex tabulis excerpta, Tertius erit latus figuræ datum, Quartus erit distantia polygonorum; quare ducta perpendiculari, cui tribues tot exapedas, quot per regulam trium invenisti duces parallelam lateri externo, habebisque latus internum, ita inveniuntur omnia latera interna, supra quæ per praxes præcedentes totam munitionem absolves.

Notandum tamen fieri posse ut apex alicujus propugnaculi, non perveniat præcisè ad polygoni exterioris angulum, quod curandum non est, cum sit res nullius momenti.

PROPO

PROPOSITIO VII.

Alter modus irregularem figuram interiùs muniendi.



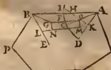
Proponatur locus irregularis ABCDE muniendus, divisis bifariam singulis ejus angulis solæ determinentur capitales, habebiturque polygonum interiùs, singulaque ejus latera. Ut autem habeatur capitalis, considerandum erit cui polygono conveniat ut angulus muniendus. In qoadrato autem capitalis quartam ferè partem lateris externi continet, in pentagono quartam præcisè, in exagono paulò major est crescitque semper, nunquam tamen tertiam partem adæquat.

Ut exactiùs procedatur, adeundæ sunt tabulæ, attendendo semper cui angulo polygoni æqualis sit, instituataque in hunc modum regulâ trium. Si latus exterius ex tabula depromptum 120. exapedarum, capitalem tribuit 45 exapedarum, quid dabit latus, majus AB, atque adeo capitalis huic majori lateri, & angulo A respondebit; idem præstari potest pro facie, semicollo, & ala semipropugnaculi. Eademque praxi cæteris angulis applicata habebitur tota munitio.

PROPOSITIO VIII.

Locum irregularem methodo Hollandica interiùs munire.

Latus interius datum methodo Hollandica supra munivimus, ita eandem methodum lateri externo dato, in hac propositione applicamur. Proponatur ergo figura irregularis ABP, ita interius



munienda, divisis angulis A & B bifariam, lineis AD, BE, describatur arcus DF, eique addatur arcus FI graduum 15, divisoque arcu DI bifariam in C, ducatur AOC, assumaturque AO duarum septimarum lateris externi AB, idem fiat in puncto B. assumptâ BG æquali ipsius AO, tum ductâ linea BG fiat angulus HOG 40 graduum secundum regulam Hollandorum, ut habeatur punctum K, eademque methodo ex alia parte punctum L, tum ad lineam KL demittantur perpendiculares OM, GN, habebuntur alæ; similique modo cætera latera munientur.

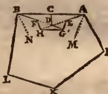
Neque verò aliquem errorem irrepsisse credendum est, si accidat semicolla in eodem capitalis puncto non concurrere.

Pariter nonnunquam in his irregularium munitionum praxibus accidit ut facies producta, extremam cortinam non attingant, sed levi correctione facilè omnia ad regulas communes exiguntur.

PROPOSITIO IX.

Locum irregularem methodo Comitis DePagan interiùs munire.

Tot praxes non exigit Comes DePagan, procedit enim rudiori minerva.



Supponit ergo proponi figuram irregularem ABIKL, munitioni perficiendæ accommodatam, hoc est ita ut omnes ejus anguli sint obtusi, & latera centum exapedarum non minora, & non majora ducentarum. Dividit latus AB bifariam in C, tum excitata perpendiculari CD, quæ sextam partem lateris AB contineat, ducit stringentes AD, BD, ex quibus abscindit facies AE, BF, duarum septimarum lateris AB, denique ducta ad stringentes AD, BD perpendicularibus EG, FH jungit cortinam GH, atque ita totam absolvit munitionem.

Hæc praxis perfici posset, non neglectis iis commodis quorum capax est; nam divisa bifariam angulis A & B, ducendo lineas AB, BN, possent anguli NBF, MAE fieri præcisè graduum 45, ut anguli defensi evaderent recti, & nunquam obtusi, ut sæpe in ejus praxi accidit.

PROPOSITIO X.

Irregularem figuram regulariter munire.



Figuram irregularem regulariter munimus dum eam ad regularitatem & saltem ad figuram regulari simillimam reteneris quantum fieri

 potest

poteſt iiſdem lateribus aut angulis, revocamus. Caſus autem poteſt eſſe, ut valla nondum ſint ex-



tructa, aut ſi extructa ſint, maximum non ſit diſpendium etiamſi eorum pars aliqua disjiciatur. Proponatur verbi gratiâ figura GHIKL quinque laterum inæqualium, qui numerus indicat pentagonum regulare conſtruendum eſſe, quod ut facilè exequaris, quærendum eſt centrum figuræ, ſeu *per* 25. 3. *Eucl.* maximi ejus trianguli GHK, ita ut tres ejus anguli G, H, K in circumferentia circuli ſint poſiti. Inventam autem circuli ſemidiametrum cum tabulatis polygonorum ſemidiametris comparabis. Ut ſi ſemidiameter hujus figuræ centum exapedas contineat, cum tabulæ ſemidiametrum pentagoni 96 exapedarum efficiant, & exagoni 117, facilè concludes hanc figuram pentagono addicendam eſſe. Quod ſi ſemidiameter ſemicirculi, cui maximæ figuræ triangulum inſcribitur, eſſet ducentarum exapedarum, cum ſemidiameter decagoni in tabulis ſit 204 exapedarum, figura ad decagonum revocanda foret.

Supponamus ergo ad pentagonum eſſe revocandam, deſcripto circulo, ad ejus ſemidiametrum, perficiatur pentagonum regulare in charta ſcilicet oleo inunctâ. Deſcribatur item figura propoſita uſurpando ſcilicet eandem exapedarum ſcalam, tum pentagonum deſcriptum, ita figuræ propoſitæ adapta, ut quam maximè fieri poteſt cum ea congruat, & ab ejus lateribus minimè aberret, eritque pentagonum deſcriptum, quod ſecundùm praxes ſuperiores ſuis munimentis inſtrues.

PROPOSITIO XL

Figuram ad munitionem ineptam, munire.

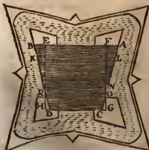


Figura angulorum acutorum neceſſariò corrigenda eſt, quod ſæpe mutatione modica perficitur, ut in exemplis patebit. Proponatur figura ABDC cujus latus AB, 158 exapedas, BD 182, ſicut & AC, CD 101 continet. Anguli A, & B ſinguli 77 graduum, C & D 103.

Cum latus AB 158 exapedas habeat, continet cortinam 72 exapedarum, & inſuper 86 ſeu quatuor ſemicolla ſingula $21\frac{1}{2}$ latus oppoſitum CD 101 continet unam cortinam 72, & inſuper 29 ſeu $14\frac{1}{2}$ pro ſingulis ſemicollis quæ conſequenter nimis parva ſunt. Corrigendi item ſunt anguli acuti A, & B, & mutandi in angulos rectos. Abſcindatur ergo EF 120 exapedarum ſintque hinc inde lineæ æquales AF, EB ſingulæ novemdecim exapedarum. Ducantur item perpendiculares EH, FG, quæ lineam CD augeant, atque ita AL, BK in facies propugnaculorum mutabuntur, ideoque etiamſi muri jam extructi eſſent, AB, CD perſeverarent integri, ſolique KR, LO disjiciendi forent.

PROPOSITIO XLI.

Angulum acutum munire.

Angulus polygoni acutus neceſſariò mutandus; quod pluribus modis perficimus. Proponatur verbi gratiâ figura ABC, cujus angulus B acutus.



Primò reſecari poſſet, ductâ ſcilicet lineâ AC quæ 120 exapedas non multum ſuperet; nam aſſumpti utrimque ſemicollis viginti duarum, aut viginti trium exapedarum relinquentur tantum pro cortina 74 mediocri.

Secundò, ſi linea AC major fuerit, quam par eſt, poterit fieri angulus obtuſus AGC munitioni accommodatus.

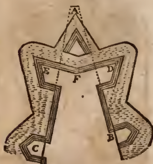
Tertiò, ſi angulus ABC fuerit ſaltem 60 graduum, poterit cedere in angulum defenſum extructo ſcilicet propugnaculo HIβKL.

Quartò, poteſt idem angulus à munitione ſeparatus, ad parmulam efformandam adhiberi.

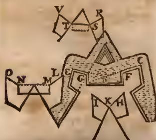
PROPO

PROPOSITIO XIII.

Altera correctio anguli acuti.



Sit corrigendus angulus acutus BAC. Formentur duo semipropugnacula E, & D, & forceps DFE cui opponatur parmula ut vides in figura.



1. Pro semipropugnaculis, integra propugnacula adhibeantur, & angulus acutus A in parmulam efformetur.

Hujus correctionis varia sunt exempla. *Bergopsom* talem exhibet.



Possunt item usurpari semipropugnacula conjuncta, ut vides in IKL, punctum tamen K defensione caret, ideoque satius foret, ut parva cortina, cum duobus propugnaculis usurparetur, ut vides in LMNO, vel RSTV.

PROPOSITIO XIV.

Tertia correctio Anguli acuti.

Cum angulus acutus omninò ineptus sit munitioni, hanc adjicio correctionem. Dixi supra angulum polygoni saltem 60 graduum, posse mutari in angulum defensum seu propugnaculi, quod nonnunquam facilè perfici potest. Ut si gulus ABC contineret 60 gradus, assumptis faciebus BD, BE circiter quinquaginta exapedarum

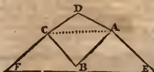


duo propugnacula describo in A, & C, productisque eorum faciebus in F, & G excito perpendiculares GD, FE, tum disjicio muros EI, DH, habenturque cortinæ non rectæ.

PROPOSITIO XV.

Prima correctio anguli interni.

Angulus internus facilè corrigitur, si disjici commodè potest. Si enim basis ejus AC non excedat latus polygoni, facilis erit correctio, si nempe ducatur linea AC. Si verò linea AC multum excederet latus internum polygoni, ut si ducentas exspedas contineret, angulus externus CAD, pro interno ABC substituendus, foret, atque ita munitionis area fieret major, & anguli FCD, EAD fierent munitioni accomodatiores.



Denique si linea AC contineret 265 exspedas, tris latera supra AC constituenda essent, ut infrà sum explicaturus, cum de subtensis agam.

PROPOSITIO XVI.

Secunda correctio anguli interni.

Secunda correctio anguli interni propugnaculum seu *plateforme* in ejus medio adhibet, ut si



proponatur angulus internus ABC muniendus, assumptis utrinque semicollis BD, BE 20 exapedarum, & lateribus DF, EG ducenda erit linea FG, & formanda semipropugnacula L, & I. Quamvis autem linea GF, ab alis nullam defensionem hauriat, sufficienter tamen à lineis integris HI, KL propugnatur.

PROPOSITIO XVII.

Tertia correctio anguli interni.



Si anguli A, & C angulo interno ABC adjacentes, acuti non sint, suis propugnaculis instruantur, modò tamen latera AB, BC singula 120 exapedas obtineant. Si enim breviora forent, vix possent facies propugnaculorum A & C, à propugnaculo medio BF defensionem habere.

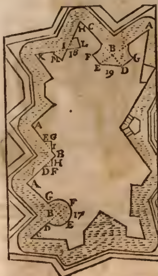
PROPOSITIO XVIII.

Quarta correctio anguli interni.

Defensio anguli interni, in ipsomet angulo constituenda est. Si ergo anguli adjacentes acutiores sint, quam ut propugnaculi sint capaces, fiot tamen sat magni ut ipsi evadant anguli defensi, hoc est superent gradus 60. Ex puncto B ut centro intervallo 15 circiter exapedarum describatur circulus disjectis muris BG, BD, stationes tormentorum bellicorum, à quibus lineæ AG, CD suam defensionem hauriant.

Possunt item formari alæ tectæ L, & M, ut vides in figura.

Commodius erit si continuam ED, duasque alas DG, EF constituas, productis nempe lateribus



AB, CB, ita ut BE, BD 15 exapedas contineant, atque adeo angulus internus in duo semipropugnacula facilè dividetur.

PROPOSITIO XIX.

Quinta correctio anguli interni.

Optimus modus muniendi angulum internum, in duo propugnacula dividit, modò tamen anguli adjacentes sufficienter distent ab invicem. Ut si in lateribus angulum internum ABA comprehendentibus duæ facies AD, AE abscindantur, & duæ alæ DF, EG octodecim exapedarum, ducantur exinde cortinæ GI, FH, absoluta erit munitio. Neque verò necessariò totus murus DH, EI disjiciendus erit. Poterit enim vices promuralis obtinere, modo explosioni tormentorum bellicorum nihil officiat. Angulus autem IBH perseverare potest integer, cum nihil damni munitioni inferat.

PROPOSITIO XX.

Sexta correctio anguli interni.

Hæc ultima correctio ducta linea AC, angulos BAC, DCA rectis non esse minores supponit, quos duobus propugnaculis more consueto instruit, hoc est abscissis duobus semicollis AF, CG octodecim aut 20 exapedarum, vel quintæ partis lineæ

lineæ AC, excitentur perpendiculares HF, GI pto alis, & ducantur facies HL, IK, perficianturque propognacola. Possunt produci alæ IG, HP, osque ad lineas AE, CE.



PROPOSITIO XXI.

Stellatam munitiunculam emendare.

Stellatam munitiunculam in duobus punctis deficere existimamus, primò eò quòd apex anguli interni defensione careat. Secundò, quod alæ non satis tegantur, atque adeò tormenta bellica hostilibus machinis nimis sint exposita. Si ergo proponitur stellata munitio corrigenda, cujus tamen anguli defensi minores non fiot gradibus 60, dico eam facilè emendandam productis scilicet lateribus CE, BE, angulum internum comprehendentibus, & abscissis lineis EF, EG 11 circiter exapedarum, denique ductis alis GH, FI, vel ad cortinam, vel ad stringentes perpendicularibus.

COROLLARIUM.

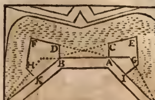
Ex his concludimus in munitionibus construendis, sæpe inutiliter pateitatem affectari, cum exagonum perfectum, vix aliquibus exapedis stellatam munitionem superet.

PROPOSITIO XXII.

Lineam breviorem munire.

Quamvis mathematicè loquendo, linea quæcumque muniri possit, propugnaculis ad eius longitudinem proportionatis, cum in charta muniamus lineam unius pedis; quia tamen vires hostiom, & machinarum ooo propterea decrescunt, possunt propugnacula ita parva evadere, ut vim tormentorum non sustineant, ideoque latus figuræ 70 exapedis minus non admittimus: nempe ut hinc inde constitutis duobus semicollis, cortina convenientem longitudinem sortiatur; alioquin propugnacula congruam defensionem non habebunt, aut anguli defensi acutiores evadent.

Proponatur ergo linea AB quinquaginta tantum exapedarum, ita ut ablatis hinc inde duobus semicollis 15 aut 16 exapedarum, cortinæ 18 aut 20 tantum supeterent. Excito in A & B duas perpendiculares AC, BD, singulas 18 circiter exapedarum, & duco duas stringentes BC, AD in quibus abscindo duas facies circiter 40 exapedarum,



& angulos E & F saltem graduum 60, ductis EG, FH, paulò longioribus, ita ut colls AI, BK 34 aut 36 exapedas contineant, atque ita propugnacula, non supra lineam breviorem, sed supra latera adjacentia excitantur.

PROPOSITIO XXIII.

Lineam quinquaginta exapedis minorem munire.



Linea AB quadraginta, aut quinquaginta exapedarum munienda proponitur. Supponuntur autem latera CA, DB producta, comprehendere angulum E non acutum.

Muniatur angulus E more consueto assumptis semicollis EF, EG ductisque ad lineas CE, DE perpendicularibus FI, GH prout ferunt tabulæ angulo E accommodatæ, hoc est si angulus E esset rectus utendum esset tabulis quadrati, si 108 gradus contineret, tabulæ pentagoni adhiberentur.

Parum autem interesset etiamsi propugnaculum totam lineam AB non occuparet, sed nonnullæ restarent exapedæ, & aliqua pars alæ, faciem oppositam non defenderet, modò eæ, quæ defendunt congruam longitudinem sortiantur.

Si verò angulus E ineptus esset, hoc est acutus, excitari posset cornutum ut supra docuimus.

PROPOSITIO XXIV.

Lineam longiorem munire.

Hic casus multiplex esse potest. Primus fit cum apices propugnaculorum pluribus distant exapedis quam ducentis, ita ut maxima defensionis linea 130 aut etiam 140 exapedas superet. Si propugnacula nondum excitata fuot, admoveantur

tur fiantque viciniora, verbi gratia, sit linea AB 150 aut 160 exapedarum, ita ut extructis pro-



pugnaculis per lineas punctuatas notatis maximæ defensionis lineæ ED,FC 160 aut 170 exapedas habeant. Propugnaculum AK quantum possum admoveo, ita totum collum AM, in linea AB assumatur, idem præsto ex alia parte, atque ita lineæ defensionis HK, ML breviores evadunt. Propugnacula quidem erunt irregularia, quod curandum non erit, ea enim pulchriora sunt, quæ robustiora.

PROPOSITIO XXV.

Secundus modus muniendæ lineæ longioris.

Vide figuram præcedentem.

Secundus modus muniendæ lineæ longioris, propugnacula jam extructa suam defensionem à media cortina haurire supponit, tunc autem adhiberi potest propugnaculum planum. Verbi gratia proponatur linea NM, quæ tanta est, ut linea defensionis O4 longo intervallo superet jactum majoris sclopi, dividatur linea NM bifariam in R, assumptisque duobus semicollis RT, RS, 15 circiter exapedarum, excitentur perpendiculariter alæ TV,SX saltem 18 exapedarum, tum linea XV dividatur æqualiter in Y, fiatque perpendicularis YZ, æqualis lineæ YV, ductis faciebus ZV, ZX propugnaculum absolutum erit.

Hæc propugnacula plana robusta sunt, defensionemque brevissimam sortiuntur.

Si linea proposita tria polygoni latera contineret, verbi gratia 1150 exapedas, duo propugnacula plana excitarentur.

PROPOSITIO XXVI.

Tertius modus muniendi lateris longioris.

Vide figuram præcedentem.

Hæc propositio supponit propugnacula jam extructa, defensionem stringentem solam admittere, nullam figentem, atque adeò nullam in cortina alam secundam haberi; dico tamen, modo anguli defensi sint satis magni, posse iis addi aliquid, ut defensionem à media cortina sortiantur: ut in figura præcedenti, propugnaculum M faciem suam 2,3, ita detortam habeat ut suam defensionem habeat in puncto O ut breviorem obtineat. Nempe ex puncto R ducatur linea R3,4, producaturque altera facies 5,2,4, hæc correctio locum dabit propugnaculo plano: cavendum tamen ne angulus defensus 4 minor sit gradibus 60. Erit autem præcisè 60 graduum si ex puncto 3 ut centro, intervallo 3,5 arcum describas, aliumque eodem intervallo ex puncto 5, hæc tamen praxis duplicem exigeret faciem novam, quod vitari debet ne fiant expensæ inutiles.

PROPOSITIO XXVII.

Quartus modus muniendi lateris longioris.

Suppono propugnacula suam defensionem sortiri ex media cortina, sed propter fossam, propugna-



culum planum non esse extruendum, ne scilicet fiant expensæ maximæ, In quo casu alæ tectæ in ipsa cortina statuendæ sunt, verbi gratia cum propugnacula A & B sint remotiora quàm par sit, dis-jiciatur vallum CD, assumptisque duab. s ali CF, DE exapedarum 18, adjectis etiam auriculis defensio FG, jactum majoris sclopi non excedet.

PROPOSITIO XXVIII.

Quintus modus muniendi lateris longioris.

Quintus casus erit cum jam propugnacula extructa sunt, angulumque habent 60 graduum, defensionemque solam stringentem, ita ut nec propugnaculi plani, nec alarum tectarum sint capacia, cum solam habeant defensionem stringentem, eam adimendam esse non censemus, quare ad validam parmulam, aut cornutum re[...]endum erit instruendum validiori vallo, & fossa, quam communiter soleant opera externa.

PROPOSITIO XXIX.

Sextus modus muniendi lateris longioris.

Supponit hic modus propugnaculis nondum extructis liberum esse mutare latus munitionis, in

port ioeem

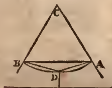
portionem polygoni, cujus capax est, & loco propugnaculorum planorum, alia duo aut tria secundum ambitum polygoni describere, quæ methodus munitionis arcam majorem reddit, eamque ad certam regularitatem revocat. Proponitur autem latus interius, aut exterius, considerandum autem



erit quam portionem polygoni subtendere possit linea data, quod facilè indicabit tabula subtensarum, quæ sunt lineæ subtendentes duo, aut tria latera polygoni. Ut in figura 114 linea FB est subtensa duorum laterum exagoni, & linea FGC trium. Tabula igitur exhibet longitudinem subtensarum, duorum, trium, quatuor laterum. Supponamus verbi gratia exagonum, ita munitum, ut maxima defensionis linea 120 exapedas adæquet, inscriptum sit circulo ABCDEF, ita ut lineæ AB, BC sint eius latera, linea FB, subtendens latera AB, AF, habebit 205 exapedas, semidiameter AG, sicut & latus AB 118, linea FGC subtensa trium laterum, quæ in exagono est semidiameter 236 exapedas habet.

Idem supputandi modus adhibetur pro latere externo, hoc est ita ut propugnaculorum apices, in circumferentiam circuli AB,CD. Cadant, verbi gratia in exagono subtensa duorum laterum externorum AB, AF est 277 exapedarum, semidiameter 161 sicut & latus exterius.

Praxis autem subtensarum ita habet, proponatur linea AB 240 exspedarum, exterius munienda, hunc numerum quæro in tabula polygoni interni, eumque invenio in columna duorum laterum sub titulo IX seu enneagoni, cum diametro



187, circinum aperio ad 187 exapedas, & ex A & B ut centris, describo arcus, se intersecantes in puncto C, ex quo ut centro, describo arcum ADB, dividendum bifariam in D, ductisque lineis CB, CA, CD, quæ ulterius productæ, capitales exhibent, quare more consueto secundum enneagoni tabulas munitio absolvetur.

Eadem praxis usurpanda, si linea AB proponatur tanquam latus exterius, cum hac tamen differentia, quod capitales intra circulum ducuntur.

Tabula subtensarum polygoni interni.

Polygonum.	Semidiameter.	Latus internum.	Subtensa. 2	Subtensa. 3	Subtensa. 4	Subtensa. 5
V.	96	113	182			
VI.	118	118	205	236		
VII.	141	122	221	275		
VIII.	164	125	232	303		
IX.	187	128	240	324	368	
X.	210	129	247	339	399	
XI.	233	131	252	352	424	461
XII.	256	132	256	362	444	494

Tabula subtensarum polygoni externi.

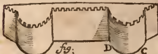
Semidiameter.	Latus externum.	Subtensa. 2	Subtensa. 3	Subtensa. 4	Subtensa. 5
118	162	262			
161	160	277			
$183\frac{1}{2}$	159	287	357		
$206\frac{1}{2}$	158	292	382		
$229\frac{1}{2}$	157	295	393	452	
255	156	297	410	481	
270	155	298	417	502	547
$299\frac{1}{2}$	155	299	424	519	579

PROPO

PROPOSITIO XXX.

Primus modus muniendæ urbis mœnibus cinctæ.

Antiqua munimenta solis muris, turribus & fossa constabant, muris modò communiter val-



lum aggesta humo additur, ut tormentis bellicis resistant. Turres item eadem humo implentur, sed quamdiu in ea dispositione nulla fit mutatio, vix ac ne vix quidem ad mediocrem defensionem reducuntur.

Primus igitur muniendæ urbis mœnibus cinctæ, erit, modo tamen id patiatur eius area, ut excitetur vallum conveniens, cujus aggestam humum vetera mœnia cohibebunt ne diffluat. In



angulis item propugnacula extruantor, quæ turres ambiant: quia autem ut vidimus intra majus propugnaculum aliud minus componi potest si turris quadrata fuerit, angulumque ad hostes obversum habeat, loco minoris propugnaculi esse poterit, vel suggesti tormentorum bellicorum, relictaque fossa mediocris vallum propugnaculi consueto more excitabitur. Cavendum tamen ne humus quâ vallum constat, veteri muro tam citò adjungatur, ne eum disjiciat.

PROPOSITIO XXXI.

Secundus modus muniendæ urbis mœnibus cinctæ.

Urbes mœnibus cinctæ exterius, non internè muniantur, ne scilicet imminuatur earum area, hoc est antiqua mœnia conserventur, ne priventur ornamento, & præsidio quod jam habent, si enim vel tantillum ad defensionem accommodentur, loco munimenti erunt, quod sæpè honestæ deditioni locum dabunt. Novum igitur vallum more consueto ultra antiquam fossam extruatur, relicto tamen spatio, tam ad ducenda tormenta bellica, quam ad obeundas militares functiones. Non tamen ad amussim ductum antiquorũ mœniorum sequimur, anfractusque si qui sint infringentes, novum vallum quantum fieri potest ad regularitatem reducimus. Ut autem id facilius exequamur, urbis antiquæ diagramma exactè descriptum habeatur, fiant item variorum polygonorum diagrammata, ad eandem scalam exacta, & in charta oleo inuncta exarentur, ac per superpositionem examinetur, quodnam melius congruat, præferendo semper polygona pauciorum laterum, cum satius sit pauciora & majora, quam plura & minora habere propugnacula, si verò nulla regula-



ris figura satis accommoda occurrit ad irregularem confugiendum est, ut vides in Burich usurpatum.

Determinata figura ad praxim descenditur, infixis palis in singulis angulis, ut valli ichnographia in solo exaretur, Antiqui muri & fossa retinentur.

PROPOSITIO XXXII.

Tertius modus muniendæ urbis mœnibus cinctæ.



Tertius modus muniendæ antiquæ urbis, opera externa adhibet, ut parmulas & cornuta, idque duplici modo, primò ita ut parmulæ ultra fossam positæ, suam defensionem ab antiquis muris mutuentur, secundò ita ut opera externa alas habeant, seque mutuò defendant, sintque propugnacula separata. Cum enim communiter propugnacula nullam à cortina defensionem hauriant, hæc quamvis separata æquè resistent hostibus, ac ea quæ cortinâ conjunguntur.

Possunt

Possunt item alia opera externa adhiberi, nempè cornuta, & coronata, ut videmus usurpatum in urbe Trajecto, *Maestric*, quæ simplici muro nonnullisque turribus cingitur, sed opera externa vi-

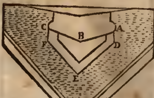


cem vallorum & propugnaculorum obtinent, eamque optimè muniunt; sex enim cornotis instruitur, & quatuordecim, sive parmulis, sive Lunulis. Extructas item habet in cornotis tormentorum stationes. Ex quibus concludo qood si ab initio vallo simplici, suisque propugnaculis instructa fuisset hæc urbs, multò minoribus expensis robustior evasisset. Tanti interest non temerè, & sine consilio munimenta munimentis adjungere.

Si tamen absolutè ad opera externa sit confugiendum, secundam methodum Comitis De Pagan aliis omnibus præferendam censeo, eò quòd ambitum integrum contineat, ita ut si nullam convenientem altitudinem, & crassitiem habeant, defectum primi valli facilè suppleant.

PROPOSITIO XXXIII.

Correctio vallorum antiquorum.



Antiqua valla sæpe expensas, possunt minuere, eorumque correctio tanti momenti videtur, ut prætermittenda non sit. Primus error erit si propugnacula angulum defensum obtusum habeant, qui facilè corrigitur adjectis duabus faciebus, quæ angulum acutiorem comprehendant. Ut si proponeretur angulus obtusus ABC, illi adderetur vallum DEF, auctis nonnihil ejus alis. Hoc secundum vallum, ab antiquo propugnaculo relicta fossa sejungi posset.

Secundò in antiquis vallis propugnacula communiter nimis removentur ab invicem; sed propugnaculum planum, aut parmula, alii que modi suprà traditi huic incommodo obviam eunt.

Tertiò altitudo nimia vallorum nociva est ut diximus; quare si materia quâ constant in alia opera expendatur facilè ad altitudinem convenientem reducentur. Promoralia item ita alta, ut viæ rectæ impediantur, valli nimis alti vices obeunt.

Quartò casas armatas in alis constituebant Antiqui. Potest tamen facilè statio tormentorum inferior in ipsopromurali collocari. Atque ita prudens architectus defectus omnes veterum vallorum corriget, eaque secundùm regulas diriget.

PROPOSITIO XXXIV.

Suburbia nociva sunt.

Suburbia urbibus damnum inferunt, cum hostem accedentem tegant quare satius urbis ambitum majorem describere, quam addere suburbia. Quare domus horti, sylvæ circa urbem non solum ad majoris sclopi jactum; sed etiam ulterius auferenda sunt, voragines & viæ profundiores solo æquandæ, quidquid denique accedenti hosti favere potest tollendum. Ex quibus concludo si tanta sit civium multitudo, ut suburbiis carere non possint, ea diligenter munienda esse, cornuto aut coronato, aliisque munimentis.

PROPOSITIO XXXV.

De munitionibus montanis.

Situs montanus aliàs cuicumque alteri præferebatur. Primò quia urbes in montibus sitæ, aëre poriori, & salubriori fruuntur.

Secundò quia tormentis hostilibus minus exponuntur.

Tertiò scalis admotis non expugnantur propter valli altitudinem.

Quartò minoribus expensis muniuntur, cum sæpe sola egeant lorica.

Sua item habent incommoda, sæpe enim altitudo tegit hostem accedentem, & ad radices montis fossor cunicularios securus delitescit. Si figura in aliquo deficiat incorrigibilis est, ob sumptus immensos. Aquæ penuria laborant, & difficillimè commeatus transmittitur. Nihilominus situs hic non rejicitur.

Modus moniendi communis in muniendis locis montanis usurpatur, nisi quod exscindenda est rupes secundùm munitionis figuram, antequam extruatur. Adduntur profundiores fossæ, in rupe excisæ, ad avertendos cuniculos. Propugnacula duplicia & etiam triplicia excitantor, aut promuralia, aut opera externa quibus quasi per gra-

dus ad agrum suburbanum descendatur, sicque nimia valli altitudo corrigitur.

PROPOSITIO XXXVI.

Primus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet.

Primus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet, eundem collem aliquo opere externo



præoccupat; nam cornuta, & coronata in hunc præcipuè usum admittuntur. Si locus urbi imminens extensus non est, totus cornuto, aut forcipe, aut coronato occupetur, si majus spatium habeat, pars ejus aliqua munitionibus insideatur ut ex æquo cum hoste pugnetur. Verbi gratia si collis B aut C munitioni A immineret, cornutum, aut coronatum adhibendum esset. Si vero primo colli, alius altior immineret, duo opera externa extruenda essent, quod sine maximis impensis maximoque præsidiariorum numero præstari non potest. Ex quibus concludo loca collibus, & montibus vicina, quantum fieri potest evitanda esse, ut inepta, aut saltem minus commoda.

Modus autem describendorum hujusmodi cornutorum, & coronatorum communis, est & ad eum spectant ea quæ de subtensis diximus. Convenit item ut prudens architectus circumstantiis omnibus in suum emolumentum utatur.

PROPOSITIO XXXVII.

Secundus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet.

Quamvis colles qui urbi imminent sint paulò remotiores, ita ut tormenta bellica magnam vim ad disjicienda valla non habeant, multum tamen obsessis nocent, si à tergo munitiones detegant. Cui incommodo Arx Vesuntina fuit obnoxia, ita enim tormenta bellica, mediam ejus aream, & plateam, ruderibus adhuc plenam impetebant, ut ejecti circumquaque lapides, magnam præsidiariorum stragem ederent. Cui malo obviam imus in hac propositione.

Primò quidem lorica debet esse altior, ita ut tribus aut quatuor gradibus in eam ascendatur sic, enim statio vallatis tecta erit, cum ex tanta distantia qui in ea consistunt non videantur.

Si verò præterea ædes, & vallum oppositum, quod à tergo videri suppono tegendum sit, excitetur post vallum agger convenientis longitudinis. Lapideus esse poterit ad altitudinem loricæ. Supra tamen sola aggesta humo constabit, cum ea acclivitate, quæ ad sustentandam commodè humum requiretur, neque ullum erit periculum, etiamsi mollem ascensum habeat, cùm sit intra urbem. Ejus latitudo erit trium exapedarum, solaque aggesta humo constabit, ne dissilientes lapides præsidiarios milites vulnerent. Mihi videtur hujusmodi aggere, satis tegi totam arcem, irritumque reddi illud omne emolumentum, quod ex colle perciperet hostis. Expensæ item multò minores sunt, quam quæ in excitandis coronatis, & cornutis fiunt.

PROPOSITIO XXXVIII.

De locis insularibus muniendis.

Loca insularia, aut quæ ad ripam fluminum sita sunt facilè muniuntur, cum ea parte, qua fluvio lato & profundo alluuntur, nec propugnaculis, nec vallo valido indigent; sed valdè simplici, anfractuoso tamen, humeris & alis instructo. Alarum longitudo erit 14 aut 15 exapedarum. Posset in medio excitari propugnaculum solis constans faciebus, ut in iis tormenta bellica collocentur,



tur, vel propugnaculum planum. Adversa ripa libera ne relinquatur, sed aliquibus munitionibus occupetur. Si fluvii modica sit latitudo hæ muni-



tiones minores erunt, firamque defensionem à vallo principali haurient. Sufficiet igitur parmula, aut propugnaculum planum cujus facies DE, EF 40, alæ 20, capitalis 48 exapedas obtinebit. Si fluvius fuerit latior munitiones adversæ ripæ majores erunt, ita ut defensione principalis valli non egeant, ideoque vel femistella A vel femi octogonum duobus stipatum cornutis, vel propugnaculum integrum, cum duobus semipropugnaculis, duabusque parmulis, quæ opera vallo, loricâ fossâ & viâ tectâ instruantur, quorum crassities, varia est, prout majorem, aut minorem resistentiam in iis requirimus.

Ita ne ab hostibus occupentur pontes munimus, non tantum quos in urbium portis excitamus, sed quos in circumvallationibus, ad quarteriorum communicationem fluviis imponimus.

Cùm fluvius in urbem influit, per mediam cortinam admittatur, ut hinc inde duabus propugnaculis defendatur. Si fluvii latitudo modica sit aperitur arcus in cortina duplici crate ferrea munitus; si verò major sit ejus latitudo, nempe quæ totam cortinam occupet, catenæ ferreæ identidem naviculis aut palis sustentatæ, vel per trabes longas trajectæ totum fluvium occupent, quæ singulis noctibus adducantur. Si modica sit fluvii altitudo, aut æstate arescat, utraque ripa vallo muniatur alis instructo, quarum superiores ad ingressum fluvii spectent, inferiores ad egressum. Non aliter portus muniuntur, quam excitando arcem, aut munitionem quæ eorum ostiis dominetur, & naves aditu prohibeat. Qui verò longius à mari distant munitionibus non egent, si antea loca munita occurrant ut Venetiis.

Arces insulares modicis munitionibus instruuntur, propugnacula quantumvis acuta admittuntur, cum nullis tormentorum stationibus exponantur. Ideoquè anfractuosum vallum videtur sufficere.

Urbes ad mare sitæ, quà tellurem spectant munitiones consuetas exigunt, quà verò ad mare vergunt, propugnaculum, aut aggerem, ut in eo tormenta bellica collocentur. Convenit item humiliorem aliquam stationem habere, cujus tormenta bellica aquæ superficiem perstringant. Quæ ne ab hostibus occupetur loricam altiorem habeat, & fenestellas quæ claudi possint, syrtes item, & scopulos objectos habeat, ne sit facilis accessus.

PROPOSITIO XXXIX.

De Arcibus.



Communire urbibus arces, aut castella adjungimus. Primò ut cives in officio contineantur, præcipuè si sit defectionis periculum. Secundò ad majorem urbis defensionem.

Situs arcis, non medium urbis, sed extremitatem aliquam occupet, ut liber sit ingressus ad excipiendum commeatum, & præsidium, etiam urbe ab hostibus occupata, opportunitas tamen situs nonnullas arces, in urbis medio collocavit.

Arces urbibus dominentur, si verò in planitie fuerint, aggerem habeant seu suggestum altissimum, quo hunc dominatum obtineant.

Urbis ædes ne sint arci contiguæ; sed 50, aut 60 exapedæ saltem interjiciantur. Urbs ne sit munita contra arcem, arx verò contra urbem muniatur. Figura arcis communiter pentagona est, cujus duo propugnacula ad urbem obvertuntur tria verò exterius spectant. Duo ergo ultima urbis propugnacula longiores habent facies, quæ ad cortinas arcis perpendiculariter incidunt, ex qua directè tam foris, quam exterius videntur. Figura arcis quadrata imperfecta est. Exagonum nimium est.

PROPOSITIO XL.

Commoda & incommoda plurimorum situum.

Arces in montibus extructæ aëre puriori fruuntur, Tormentis hostilibus & sæpè cuniculis minus exponuntur. Facilius & sine maximis expensis muniuntur, difficillimè expugnantur. Ut *Brisacum*, *Perpinianum*, &c.

His tamen incommodis subjacent. Altitudo nimia hostem adventantem tegit, hujusmodi arces ut plurimum aqua carent, regulariter muniri non possunt, difficilemque habent commeatus transvectionem.

Munitiones in planitie excitatæ, humum ut plurimum munimentis excitandis accommodam fortiuntur, regulariter muniuntur, & opera externa quælibet admittunt, & commeatum facilè excipiunt.

Incommoda sunt hæc, Pinguior humus facilè cuniculos admittit. Castra etiam hostilia facilè muniuntur, & commeatum undique excipiunt Arces in locis uliginosis & palustribus excitatæ, validis munitionibus numerosoque præsidio non indigent, eò quòd hostes nec lineas obsidionales, ducere, nec tormentorum suggesta facilè excitare possint, sed aliunde materies & humus transvehenda sit.

Expensæ tamen sunt maximæ dum extruuntur, eò quòd pali suffigendi sint. Secundò aëre crassiori & sæpe pessimo utuntur.

Munitiones insulares aut ad ripam fluminum sitæ. Habent id commodi, quod latus ad aquas obversum facilè muniatur ut Portus Gratiæ, Tolonum, San-Maclovium, Rupella. Præsidiariis paucis egent, facilè commeatum, & subsidium admittunt, quod vidimus Candiæ, cujus ingressum nunquam impedivere Turcæ.

Incommoda autem sunt inundationes, quas prohibere non possunt sine maximis impensis ut Amstelodami. Sæpe fluvius in urbem cum damno immittitur. Denique urbes maritimæ, subitis classium impugnationibus sunt obnoxiæ.

Ex quibus concludimus ut seligatur locus munitioni excitandæ opportunus multa perpendenda esse, nempe an aër salubris sit, an solum fertile, & ad opera construenda accommodatum, multaque alia hujusmodi.



ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER QUINTUS.

De operibus ad impugnandas urbes necessariis.

ARCHITECTURA militaris non versatur tantum in muniendis urbibus; sed in oppugnandis suam etiam operam navat, multaque opera molitur, quibus priora destruat, & aggressores tueatur. Urbes aggredimur, vel clandestina, & repentina oppugnatione, vel aperto marte. Primus modus nihil commune habet cum Architectura militari, solisque scalis, aut insititio tormento indiget quod perfringendis foribus admoveatur. Scala nihil ad hanc partem pertinent, insititium tormentum suum habet in pyrotechnia locum. Sola igitur restat oppugnatio ordinaria, quæ hæc ab Architectura militari mutuatur. Primò castrametationem, seu methodum muniendorum castrorum, tam contra urbem obsessam; quàm contra exteros. Secundò lineas quas accessuum vocant, ad fossam usque producendas. Tertiò suggesta tormentorum. Quartò vineam qua fossa transmittitur. Quintò methodum insidendi, seu occupandi valli. De quibus singulis ordine dicam in hoc libro.

PROPOSITIO I.

De castrametatione in genere.

Quamvis Antiqui tres habuerint castrorum species, hyberna, æstiva, stativa, nos hujusmodi distinctionibus non egemus, sed alias tres species proponemus. Prima species erit castrametationis, quæ in unicam tantum, aut alteram noctem adhibetur, eo tantum fine ut exercitum à repentino hostium impetu securum præstet,, ideoque munitiones modicas exhibet, & quæ in discessu facilè solo æquentur.

Secunda species munitiones habet robustiores, quando scilicet exercitus hostem aperto marte non impugnat; sed aliis modis fatigat, atque adeo tales adhibet munitiones, ut ad pugnam capessendam invitus adigi non possit. Hæc castra sæpè mutantur, sequunturque omnes hostium motus, nisi forte occurrat situs opportunus, qui hostes sistat, omniaque eorum molimina præpediat. Hujus exemplum habemus superioribus annis, nam Princeps Condæus in Alsatia ita castrametatus est, ut impugnari non posset, omniaque hostium consilia disturbaret. Tertia species erit castrorum obsidionalium, quæ cum in multa divisa sint, vocantur quarteria.

Licet castra quæ in unicam tantum noctem ponuntur

nuntur minoris sint momentis, prudentiam tamen Ducis requirunt, præcipuè dum in hostili regione habetur iter. Præmittuntur communiter equites, ut seligatur locus oportunus, quem pedites vallo 6 pedes alto, 4 aut quinque crasso communiunt, quo perfecto quilibet sua tuguria extruunt, eatensis scilicet perticis, quas stramine, & paleis tegunt. Quæ si deficiant, sub tentoriis curruum milites degunt.

Antiqui sua tentoria habebant quæ usurpant etiam modò Turcæ, 20 aut 34 sub uno tentorio dormiunt, quilibet enim, etiam præcipui, humi jacet, parvumque tapetem pro lectulo habet. Currus tormentorum bellicorum tomsque eorum apparatus in medio castrorum collocantur, peculiarique vallo cinguntur. Nonnulla tormenta suis curribus imposita, ad eam partem diriguntur, qua præcipuè timetur hostis. Tum dispositis vigilibus quiescit exercitus. Illucescente die datur signum ad convasandum nec prius disceditur, quam vallum sit solo æquatum. Aliæ castrorum species majorem cautelam robustioresque munitiones requirunt. Hæ communiter conditiones exiguntur.

Prima ne collibus, aut montibus subjiciantur, ne his locis altioribus occupatis, impugnentur, aut videantur ab hoste.

Secunda longiùs à sylvis statuantur, ne detur insidiis locus, aut repentina hostium irruptiona impugnentur.

Tertia, ne locus sit humilior, & fluminum eluvionibus obnosius.

Quarta, ne tamen aquæ penuria laboret, opportunus videtur locus juxta fluvium, per quem commeatus importetur, cujus maxime ratio haberi debet, præcipuè vero ut equitatui sufficiat.

Quinta castra obsidionalia, ab urbe obsessa saltē jactu majoris bombardæ distent, nisi forrè loca occulta occurrant. Non unica collocantur sed plurima, quæ propterea quarteria dicuntur, ita disposita ut sibi mutuò lineisque omnibus obsidionalibus opem ferant.

Pleræque ex his conditiones Architectum militarem non spectant, iisque propterea non immorabor.

PROPOSITIO II.

Unius legionis castrametatio.



Longitudo loci uni legioni assignandi, longitudinem seu altitudinem trecentorum pedum continet, latitudinem variam pro vario turmarum, seu centuriarum numero. Cuilibet centuriæ sub altitudine trecentorum pedum, latitudo pedum 24 conceditur, tuguriorum duo ordines. Quodlibet tugurium octo pedes in profundum, & 7 in latum occupat, relinquuntur duo pedes vacui inter ejusdem ordinis tuguria, inter ordines via octo pedum, ad quam spectant tuguriorum portæ.

Horum 300 pedum longitudinis centurionis casa 40 obtinebit, 20 via interjecta in qua scilicet arma deponontur, ducenti pedes consequentes tuguriis assignantur, suntque 25 tuguria in singulis ordinibus. Tuguria propolarum reliquos 20 pedes sibi vendicant. Duo prima tuguria, & subcenturioni & veaillifero tribuuntur, habentque fores ad casam centurionis obversas. Si turma esset 150 militum, tres ordines sibi vendicaret, duasque vias interjectas, seu pedes 40; ducenti milites pedes 56.

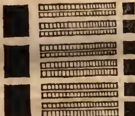
Casa ducis stabulum habet & culinam.

Ex his mensuris facilè totius legionis latitudinem determinabimus, secundùm numerum centuriarum, divisa legione in duas partes, quarum una lævam, altera dexteram obtinet.

Relinquuntur pedes 68 in medio tuguriorum pro casa Tribuni, & Protribuni aliorumque officialium, nempe Capellani, Chirurgi cæterorumque. Atque ita 500 pedites exigunt in latus pedes 228, 600. 260. 700. 292. 800. 324. 900. 356. 1000. 388. 1100. 420. 1200. 452. 1300. 484. 1400. 516.

PROPOSITIO III.

Castrametatio equitatus.



Centuria 100 equitum sub eadem longitudine 300 pedum continetur, latitudinemque exigit 70 pedum, distribuenda in duos ordines tuguriorum, totidemque stabulorum. Latitudo tuguriorum, pariterque stabulorum sit octo pedum. Stabula sunt in medio, tuguria in extremitate, via inter tuguria & stabula interjecta quinque pedes obtinet, aliaque inter stabula 20. Fores cujuslibet tugurii ad stabulum obvertuntur. In capite locus Præfecto destinatus 40 pedes habet, in longum sub eadem latitudine 70 pedum. Sequitur via 50 pedes lata, tum tuguria & stabula 200 pedes obtinent. Reliqui 20 pedes tuguriis propolarum conceduntur. Inter utramque centuriam interjicitur via 20 pedum. Tres centuriæ duas habent vias interjectas, præter alias tres inter stabula. Quare duæ turmæ exigunt locum latum pedes 160, tres 240; quatuor 350, quinque 400, sex 480, septem 560, octo 640, novem 720, decem 800. Tribunus degit in capite suæ centuriæ, sicut & alii Præfecti.

PROPOSITIO IV.

Castrametatio generalis, seu quarterii, aut exercitûs integri.

Castrametatio totius exercitûs, aut plurimarum legionum facilè ex supradictis determinabitur, modò scripto habeatur numerus militum singularum legionum. Figura in castris communiter usurpata rectangula est, quamvis aliæ polygonæ possent nullo negotio adhiberi & opportunius muniri, quia tamen talis consuetudo invaluit, eam etiam usurpabimus.

Notandum autem quod cum altitudo, seu longitudo singularum legionum eadem sit nempè 300



pedum seu 50 exapedarum, transversales viæ rectæ erunt, sibique invicem respondebunt, quia verò numerus militum singularum legionum idem non est, viæ in castrorum longitudinem extensæ, in directum non jacent. In summitate castrorum relinquitur area, quæ & fori vicem habet, & in qua adunantur milites, priusquam stationes suas petant.

In praxi vero, Architectus funiculum adhibet in exapedas divisum, & regulam in pedes distinctam. In singulis extremitatibus angulum rectum efformandum habet, palosque in singulis angulis infigendos, distinguendo singulas legiones, singulis coloribus. Celeritate opus est, eò quòd urgeatur à militibus, qui tuguria sua maturo componere volunt, ideoque prima divisione contentus sit, subdivisiones aliis relinquat.

Inter tuguria, & munimenta castrensia, sit via 200 pedum, quæ platea conclamationis ad arma nuncupatur, in qua conveniunt milites, sive auxilium ferendum sit trincheis, sive stationes obeundæ.

Tenentur milites castra munimentis instruere, singulisque legionibus, pro numero militum suum pensum assignatur.

PROPOSITIO V.

Munitiones Castrorum, seu Quarterii.

Vide figuram præcedentem.

Nomen hoc Quarterii, castris præcipuè tribuitur, quæ ad obsidendam urbem adhibentur. Cum enim exercitus simul esse non possit, in plurimas partes seu quarteria distribuitur, quæ robustiores, aut minus validas munitiones exigunt prout magis, aut minùs timetur hostis.

Possunt in singulis Quarterii angulis excitari propugnacula more consueto, si verò longius distent ab invicem fiant propugnacula plana, quia tamen hæc propugnacula obsidionem ferre non debent, nec tormentis bellicis resistere sed tantum repentinæ hostium impressioni, vix bombardis majoribus instruuntur, solasque facies sine alis habent.

Secundò non distant hæc munimenta 120 exapedis, sed tantum 60, aut 70 quia certiori opus est defensione, præcipuè cum nullum sit vallum, sed tantum simplex lorica 6 aut 7 pedes alta, & ad summum dum timetur hostis 8 aut 9. Possunt item excitari parmulæ, quarum facies 8 aut 10 exapedas non excedant. Cornuta, & coronata adhibentur, dum via regia defendenda est, aut ea parte qua timetur hostis.

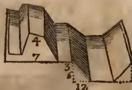
Fossâ cinguntur castra, cujus latitudo duarum exapedarum, profunditas quinque aut sex pedum, atque ex humo quæ egeritur, formatur vallum, aut potius lorica crassa 8 ut 10 pedes, quæ duplici, aut etiam triplici suppedaneo instruitur: aliquando sit vallum 15 pedes crassum, quæ omnia pendent ex variis circunstantiis.

Ante portas quarteriorum apponuntur parmulæ constantes lorica simplici, sua tamen fossa munitæ.

PROPOSITIO VI.

De circumvallatione.

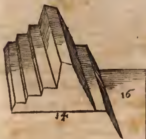
Circumvallatio, vallo continuo, nullibi interrupto, totam urbem obsessam, & ipsa quateria ambiente constat. Duplex datur hujusmodi circumvallatio, interior & exterior. Interior obsessis opponitur, eorumque eruptiones cohibet, ne scilicet



in aliquod quarterium impressionem faciant. Hæc nonnunquam omittitur, dum scilicet pauciores sunt obsessi, quam ut erumpant, sufficiuntque lineæ accessuum benè munitæ. Exterior opponitur hostibus externis, ne scilicet obsessis suppetias ferant; propterea que robustior esse debet, quia pluribus

pluribus opponitur. Circumvallatio solam loricam habet, & fossam, in eoque differt à lineis accessuum, seu trincheis, quod trincheæ loricam quidem habeant, sed humiliorem, ideoque miles in ipsa fossa degit. Sed circumvallatio lorica instruitur altiori, cujus nempè ima basis crassitiem septem pedum obtinet, & superior saltem quatuor, altitudo interior 6 pedum, exterior quinque, margo trium pedum. Fossa quæ hostibus objicitur sit lata 12 pedes, & profunda 6, cum acclivitate convenienti.

Si timetur hostis crassities ima loricæ erit 12,



aut 14 pedum, additis duobus aut tribus suppedaneis, quorum quodlibet latum erit tres pedes, & altum unum cum dimidio. Altitudo loricæ novem aut decem pedum. Fossa lata 15, aut 16 pedes, profunda 7 aut 8.

Nonnulli proponunt lineas duplices, hoc est duplici lorica, & duplici fossa hinc inde constantes, interjecto exiguo inter utramque spatio, harum una obsessos, altera exteros respicit. Adduntur



Identidem munitiunculæ, quæ utramque lineam defendant. Materies quâ constat hujusmodi circumvallatio nonnullam differentiam inducit. Terra pinguior satis per se stabilis optima est, nec cespitibus indiget. Arenosa cespites exigit ut cohibeatur, alioquin vel diffluet, vel tales erunt acclivitates, ut facilem hostibus ascensum præbeant. Si cespites in promptu non habentur, vimineis cratibus opus est. Hoc est sexto quoque pede, pali terræ infiguntur, tum rami salignei longiores intexuntur, & terra inter utramque cratem injicitur, atque ita formatur lorica. Tales adhibitæ sunt loricæ, in obsidione Philipoburgi.

Turcæ in Candiæ obsidione, aliud loricæ genus nos docuerunt, nempe facciis laneis & terra constantem, quod opus brevissimo tempore; sed expensis maximis absolvitur.

Fiunt item in locis palustribus circumvallationes solis arborum ramis constantes quæ latiora exigunt fundamenta.

PROPOSITIO VII.

De munitiunculis in circumvallatione extruendis

Lineæ circumvallationis locum obtinent cortinarum, munitiunculæ verò propugnaculorum à quibus defenduntur vices obeunt.

Propugnacula quidem integra non adhibemus, eò quòd tormentis bellicis non instruantur. Alas



igitur abjicimus, retentis solis faciebus. Quare parmulas, aut potius parmulas duplices constituimus, quas reductus vocamus *Redoute*. Duplices inquam eo consilio, ut si accidat perrumpi circumvallationem, hostem intra lineas positum à tergo impetamus.

Hi reductus loricam habent paulò altiorem, & fossam profundiorem, quam simplices lineæ, hos etiam in lineis accessuum adhibemus, ut in eruptionibus obsessorum, qui in trincheis degunt auxilium in reductu, & nonnunquam perfugium nanciscantur.

Simplicem in his munitionibus angulum internum non rejicimus, quamvis, enim dum valla sunt altiora, restet aliquis locus indefensus in angulo interno, è quo scilicet hostis deturbari non potest, cessat omnino tale periculum, ubi nullum est vallum, sed simplex lorica 8 aut 9 pedibus non altior.

Rejicimus item in munitionibus majoris momenti, angulos poligoni acutos, & angulos defensos 60 gradibus minores, eò quòd tormentis bellicis non satis resistant. Hos tamen angulos in his munitiunculis admittimus, quæ non ad sustinendam obsidionem, sed ad sistendum primum hostium impetum extruuntur.

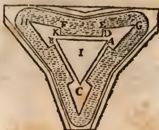
PROPOSITIO VIII.

Primum exemplar munitiunculæ triangularis.



Cum proposuerimus hoc axioma, satius esse habere

habere pauciora, & majora propugnacula, quàm plura minora, figuram triangularem, ut paucissimis constantem seligimus. Proponitur ergo muniendum triangulum æquilaterum ABC. Divisu latere AB in sex partes æquales, semicolla AD, BK singula sextam partem sibi vendicent, & alæ DE, KF, tres quadrantes semicollorum ductis stringentibus KEG, DFH, absoluta erit munitio.

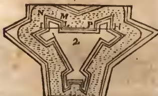


Aliqui addunt parmulam ante cortinam, eò quod facies nimis longæ videantur. Præferrem tamen quadratum nullis, quàm triangulum parmulis instructum. Hæc species muniunculæ circumvallationi, aut insulari loco muniendo est satis accommoda.

PROPOSITIO IX.

Secundum exemplar muniunculæ triangularis.

Possunt in munitione triangulari adhiberi propugnacula conjuncta, hoc modo. Dividatur latus HI in 8 partes æquales, quarum duas hinc inde semicollis 12 tribuantur, & una alæ LM, ducatur stringens PMN, facies MN duos trientes cortinæ obtinebit, & angulus N saltem 60 gradus. Si propugnacula majora forent, posset angulus internus I parvam cortinam duas alas, duasque facies admittere.



PROPOSITIO X.

Tertium exemplar muniunculæ triangularis.

Tertius modus muniendi trianguli semipropugnacula usurpat; hoc modo. Dividatur latus AC in 5 partes æquales; duas habeat collum AD, quintam ala DE, tum ex media cortina C, ducatur stringens CE donec occurrat alteri lateri producto. Hic modus valdè imperfectus est, primò eò quòd anguli defensi sint nimis acuti; deinde quia facies propugnaculi quæ communiter impugnatur, non defenditur ab ala; sed tantum à cortina. Hæc tamen in muniunculа admittuntur.



PROPOSITIO XI.

Quartum exemplar muniunculæ triangularis.

Quartus modus triangulum propugnaculis planis instruit, hoc modo. Latus EF dividatur bifariam in G, semicolla IG, GH quintam partem semilaterum FG, aut GE, sibi vendicent, sicut & alæ GK, IL, & super LK Fiat triangulum rectangulum secundum methodum Gallicam; vel stringens KM ducatur ex puncto D, una quinta parte distante ex puncto H.



Peccat hic modus, quia licet propugnaculum sit satis perfectum, & rescissionis capax, ejus tamen facies à sola cortina defenditur, quæ tormentis bellicis exponitur, ideoque hæc figura munitioni regiæ non est accommoda.

Si quis nonnihil cortinam obliquaret ut in NOP alam haberet; sed tunc triangulum in exagonum degeneraret.

PROPOSITIO XII.

Quintum exemplar muniunculæ triangularis.



Quintus modus muniendi trianguli cornutum in

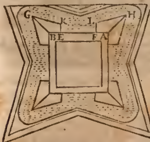
in ſingulis ejus angulis erigit. Quorum latera nonnihil divergant ut vides in figura.

Hic modus in eo deficit quod punctum medium anguli interni, non videatur defenſum. Si vero formarentur alæ GF, HE, jam triangulum in octogonum degeneraret.

PROPOSITIO XIII.

Primum exemplar munitiunculæ quadratæ.

Facilè munitiunculam quadratam deſcribemus, cujus latus AB, 20 aut 30 exapedas non excedet.



Diviſo latere AB in quinque partes æquales, unam ſemicollis AF, BE concedes, & duas capitalibus AH, BG, tum ductis ſtringentibus ELH, FKG, & alis FL, EK, munitum erit latus AB, eademque praxi tota munitio abſolvetur.

Quæ praxis non differt ab ea quam ſupra tradidimus, niſi quod in hac quintam partem, in illa ſextam ſemicollis tribuimus.

PROPOSITIO XIV.

Varii modi munitiunculæ quadratæ.

Quamvis communis methodus muniendi quadrati, ſit omnium optima, nonnulli alias proponunt, non abſimiles iis quas in triangulo uſurpavimus.



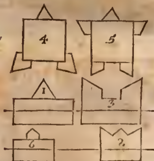
Prima procedit per ſemipropugnacula conjuncta.
Secunda per ſemipropugnacula.
Tertia per propugnacula plana.

Quarta per cornuta in angulis, aut etiam in lateribus excitata. Sed hæc omnia majores expenſas requirunt, quam ſi exagonum regulare excitaretur.

PROPOSITIO XV.

Alia munitiuncula quadrata.

Reductus communes, qui ut diximus vices propugnaculorum nbeunt, reſpectu lineatum circumvallationis, quaſi cortinarum, in locis minus periculoſis collocantur, ubi verò plus eſt periculi, verbi gratiâ, in aditu viæ, quâ hoſtibus veniendum, eſt aliæ munitiunculæ paulò majores extruuntur. Quia autem plus eſt periculi ab hoſte externo, quam ab obſeſſis, hæ munitiunculæ robuſtiores ſunt, majoremque defenſionem habent, qua parte hoſtem externum ſpectant. Verbi gratiâ loco reductus, formari poteſt munitiuncula quadrata, qualem figura 1 exhibet, hæc eſt parvo propugnaculo munitum. Vel ſemiquadratum a duplicem forcipem præferens. Vel cornutum 3, quadrata 4 & 5, utrique defenſionem habent.



Si intervallum inter utramque cortinam interjectum modicum ſit, eadem munitiuncula tam circumvallationem, quam contravallationem defendit.

PROPOSITIO XVI.

De munitiunculis ſtellatis.



Praxis deſcribendarum munitiuncularum ſtellatarum

latarum facilis est, & primò quidem ad describendam stellulam 6 radiorum, fiat triangulum



æquilaterum ABC (*per 1. prop. 1. Euclidis*) dividanque quolibet latere in tres partes æquales fiat supra mediam sicut DE, triangulum æquilaterum DEF, habebiturque stellula exagona.

Eadem methodo stellulam quadratam describes, si divisu latere in tres partes æquales, triangulum æquilaterum supra mediam construas.

PROPOSITIO XVII.

Sectio verticalis reductuum, & munitiuncularum.



Reductus & munitiunculæ robustiores sunt circumvallationibus, ideoque non sola lorica sed vallo tres aut 4 pedes alto, 15 aut 16 crasso muniuntur, basis loricæ erit pedum 8, altitudo 5, habebitque plura suppedanea, margo erit trium pedum fossa lata erit 18 aut 20 pedum, profunda 6.

Munitiunculæ majoris momenti vallo crassiori, & altiori muniuntur, cujus nempe ima basis sit crassa pedes 25, alta 6, ita ut si crassities basis superioris sit 18, basis loricæ erit decem pedum, altitudo interior 6 pedum, exterior quinque, margo trium pedum, fossa 24. Possunt addi vaccerræ in medio loricæ.

Possunt augeri hujusmodi mensuræ, prout munitiones sunt majoris momenti, ita ut basis valli sit quinque exapedarum, & altitudo 7 & 8 pedum &c.

PROPOSITIO XVIII.

De dispositione circumvallationis.

Scio equidem sæpè circumvallationem omitti, ob expensas, præcipuè dum nullus timetur hostis externus qui urbi suppetias ferat, sæpè tamen circumvallatione, & contra vallatione opus est. Dogen profert in exemplum obsidionem Sylvaducis *Bosleduc*, cujus circumvallatio exterior 40 milliaria & tres passus continebat: in ea septem erant fortalitia regia, 40 reductus, sexdecim cornuta, & alia opera. Interior ad sexdecim milliaria extendebatur 40 reductus, 35 suggesta, & 4 fortalitia regalia. In obsidione Rupellæ nulla fuit circumvallatio exterior, eò quòd nullus hostis timeretur. Anno 1603 cum princeps Mauritius cum circumvallationem perficere non potuisset, obsidionem Sylvæducis solvere coactus est.

Interior circumvallatio ultra jactum majoris bombardæ sit posita, poterit tamen esse vicinior si occurrant sylvæ, aliaque loca tecta, quo viciniot erit, eo facilius defendetur. Idem dico de exteriori, quæ latius excurrere non debet, nisi præoccupandi sint aliqui colles, ex quibus impugnari possent quarteria. Ideoque non satis concipio quod ex Dogeno retuli, de circumvallatione 40 milliariorum nisi forte ambitum omnium operum retulerit.

Figura circumvallationis non est determinata, sed pro variis circumstantiis varia est.

Excitantur munitiunculæ supra relatæ, dum timetur hostis, infirmiores sunt dum nullum est periculum, immò admoventur ad quingentos passus, dum urbs obsessa paucis est instructa tormentis. Ita ut si circumvallatio quadringentis passibus ab urbe distet, cujus diameter sit trecentorum, sufficerent undecim munitiunculæ distantes trecentis passibus in quibus singulis quingenti milites collocarentur. Quamvis autem jactus majoris sclopi ad 140 passus extendatur, in medio tamen opus erit reductu, lineæ circumvallationis ita in medium munitiuncularum incidem, ut hinc inde extent, & directè lineas tam foris quam intus videant.

PROPOSITIO XIX.

De Pontibus ad quarteriorum communicationem requisitis.

Quoties fluvius in urbem obsessam influit, aliquibus fortalitiis opus est ad ripam fluminis, præcipuè ex parte superiori, ut præcludatur naviculis iter, immò hæc fortalitia non sufficienter transitum impedient, nisi catenis, identidem sustentatis, fluvius trajiciatur.

Addo insuper pontibus opus esse, ad quarteriorum communicationem, cum enim divisus est exercitus, facilè pars una expugnabitur, nisi alia facilè suppetias ferat.

Pontes communiter naviculis constant, ab invicem quindecim, aut 20 pedes remotis, quæ trabibus conjunguntur, asseribusque teguntur, hæ naviculæ rudentibus, & catenis ad ripam colliguntur, anchoræ enim vix sufficiunt, communiter ligneæ sunt, In Gallia æreæ, quæ & leviores sunt, & facilius transvehuntur.

Ne autem incendantur pontes, immissis secundo fluvio naviculis, & ratibus accensis, totus fluvii alveus catenis ut prius identidem sustentatis trajicitur, quæ ne facilè ab incurrentibus ratibus disrumpantur laxiores essent debent.

PROPO

PROPOSITIO XX.

De tormentorum bellicorum suggestis.

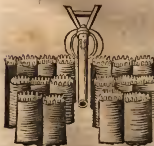


Com primùm inchoatur circumvallatio, excitanda sunt nonnulla tormentorum suggesta, quæ obsessis negotium facessant, & loricas disjiciant. Quamvis autem initio remotiora sint, quam ut magnam vim in valla obtineant, omittenda tamen non sunt, eò quòd fossores, aliosque qui in lineis construendis laborant tueantur. Locus suggestorum ne longius distet à quarterio, ut ipsi succurratur si fortè obsessi eruptione facta aliquid moliteutur, scilicet tormentorum bellicorum adactis clavis lumina obstruere.

Ut latitudinem suggesti invenias numerum, bombardarum per 12 multiplica, produceturque numerus pedum, ut si sint quatuor tormenta suggesti latitudo erit pedum 48, nonnulli volunt ut plures fiant fenestræ quam tormenta, ad fallendos hostes.

Quia verò tormentum in longum 15 pedes habet, conceduntur que 10 ad retrocedendum, fit tabulatum querceinum, nonnihil declive in anteriora, ut minor sit retrocessio, faciliorque in locum pristinum restitutio. Hujos tabulati longitudo erit circiter 30 pedum. Additur post suggestum, spatium priori æquale in cujus medio effoditur locus continendo pulveri pyrio destinatus, cujus aditos corio obstruitur, ne simul magna pulveris copia alicui periculo exponatur.

Ante tormenta bellica fit lorica sexdecim, aut



20 pedes crassa, tot fenestris saltem, quot sunt bombardæ aperta. Loricæ altitodo erit sex pedum, & ante tormenta trium, fenestellæ asseribus crassioribus, ictusque majoris sclopi patientibus claudantur, ne hostis intueatur quid intus agatur, si suggestum latus unum obvertat ad arcem, ut dum alæ opponitur, addenda est lateralis lorica.

Ita construitur lorica, quæ non facilè dissiliat, sed diu resistat. Effodiatur locus tormentorum bellicorum, relinquaturque spatium terræ immotæ, in qua pariter fenestellæ effodiantur, sic enim lorica firmior erit, globumque ita reflectet, ut si eam attingat, totum suggestum supervolet.

Hæc methodus optima est; supponit tamen locum editiorem.

Lorica secundò fieri potest ex pinguiori terra, & cespitibus, ut solent cæteræ loricæ, quia tamen ut primum fiunt, hostilibus machinis quatitur, non diu integra perseverant.

Methodus communis terra suffartas corbitas adhibet, quarum diameter 6 aut 7 pedes obtinet, altitudo 7 aut octo, ex palis salignis componuntur corbitæ, intertextis longioribus ramis, & in quincuncem, secundum tres ordines digeruntur, tum terra implentur, dicitur arenosa fimo mixta, mirum in modum indurescere.

Nonnulli suggestorum loricas ex saccis laneis componendas censent, asseruntque globum æneum tribus perrumpendis esse imparem, his usos esse Turcas admixta scilicet humo asserunt multi.

Ad perrumpendam alam forent tria suggesta excitanda, communiter tamen duplus numerus tormentorum alæ opponitur.

Suggesta urbi vicina lineis accessuum cinguntur, quæ propterea latiores, & profundiores esse debent, ut pulvis pyrius, globi, reliquusque apparatus facilè subvehatur. Potest item ante loricam suggestorum formari cornutum, aut aliquod tale opus, contra obsessorum eruptiones.

Diximus supra occupanda esse loca editiora, ad suggesta ritè collocanda, eò præcipuè fine, ut munitiones & valla opposita à tergo detegantur ut diximus accidisse arci Vesuntinæ.

Posset defectu collis satis editi, excitari agger machinarius, atque ut operi securius incumbatur, vela & telæ pluribus locis tenduntur, ne obsessi videant quid geratur, faciliusque decipiantur.

Dum agitur de disjiciendis muris, tormenta bellica urbi admoveantur quam fieri potest proximè, majores vires habent; si de lorica disjicienda dum bombardæ sunt nimis vicinæ, periculum est ne quam plurimi globi loricam transiliant, vel sint obliquiores.

PROPOSITIO XXI.

De lineis obsidionalibus.

Circumvallatione, & contravallatione perfecta ad urbem obsessam accedendum est, quod non in consideratè, & cum certo periculo præstandum est, quare lineis accessuum, seu trincheis tegimur, nempe fossis 10 aut 12 pedes latis, profundis 6 aut 7, nonnulli profundiores exigerent, ut 10 pedum, ad hoc ut equites in iis tutò delitescant. Ita autem perficiuntur. Humus quæ ex fossis egeritur, versùs urbem obsessam, in loricam efformatur, ideoque suppedaneo opus est, ut sclopetarius nonnihil supra loricam attollatur. Optimum foret si ima fossa nonnihil ad partes exteriores acclivis

esset, haberetque minorem fossam, ad exhauriendam aquam, ne miles dum pluit, diu in aqua versetur.



Hæ fossæ ab antiquis etiam usurpatæ sunt, sed cum arcuum jactus brevissimus esset, ubi propius admovebant.

Cavendum est præcipuè, ne ex aliqua statione vallari, directè videantur, sic enim lorica linearum foret inutilis, nullusque tutò in iis posset consistere: ne tamen lineæ sint nimis obliquæ, ne opus in iis efformandis sit nimium.

In centenas immò pauciores exapedas reductus extruitur, qui lineas tueatur, sitque perfugii locus. Post reductum notari potest istrea, ut si prior ad dexteram vergebat, posterior ad sinistram deflectat.

Turcæ in Candiensi obsidione lineas accessuum, utpote subterraneas rectà ad urbem dirigebant, aliasque cortinis parallelas ducebant, idem sæpè præstari posset si modò fascibus, & lapidibus tegerentur, vel si solum cuniculis aptum foret.

Reductus ita disponantur ut ambas lineas defendant, sintque in locis periculosis frequentiores, immò si opus sit excitentur munitiunculæ majoris momenti. Caput linearum cornutum habere potest, ut in eo adunentur milites.

Communiter duo fiunt linearum brachia, quæ identidem uniuntur, sed propè urbem ita ab invicem recedant, ut magnum spatium occupent, ita ut si impressio sit facienda, quasi undique possit miles erumpere, & non unica tantum via. In hunc lapidem impegerunt Hollandi in obsidione Ultrajactensi *Maestrich*. Cum enim ita coalescerent lineæ, ut quaterni tantum possent erumpere, facilè obsessi hunc aditum defendere poterant, non potuissent autem sufficere, si undique eruptio fieri potuisset. Hæc notatio videtur esse maximi momenti, observaturque strictissimè ab Architectis Gallis, præcipuè à celeberrimo Domino *De Vauban* ut nempe lineæ accessuum prope urbem quaquà versùm extendantur.

Notatum est, & experientia comprobatum lineas accessuum rectas, & sive ullo anfractu in directum jacentes, longè citius absolvi, quam anfractuosas, cæteroqum æquales.

Suggesta tormentorum simul cum trincheis promoventur.

Lorica reductuum robustior est lorica linearum, potestque 4 aut 5 pedibus planum agri suburbani superare.

Dum ad apicem propugnaculi perventum est, ducatur linea cortinis parallela, ut sclopetarii qui in ea degunt continuò explodant in eos, qui vallum defendunt. Hæc profundior esse debet, & defensa reductu, aut alia munitiuncula majoris momenti. Exinde perfodienda est crepido fossæ, ducendaque vinea ad faciem propugnaculi ut docebo inferiùs.

PROPOSITIO XXII.

Difficultates quæ occurrunt in lineis accessuum.

Prima difficultas occurrit in tegendis operariis, & fossoribus. Prima methodus jubet ut de nocte ita inchoentur lineæ, ut tegendis fossoribus sufficiant, tum de die absolvantur.

Secundus modus pluteos adhibet, qui ex duplici asserculorum ordine componantur, aggesta inter utrumque ordinem humo. Possent fieri simpliciores quibus nempe Thoraces ictus majoris sclopeti patientes appenderentur, possentque hi plutei subjectis rotulis promoveri.

Possent item hi plutei rudentibus, seu funibus nauticis tegi, vel ingentes fasces vel culcitræ lineæ ita suspendi, ut inter utramque restet aliquid spatii.

Si de die producitur linea sine ullo pluteo, terra antrorsum egeratur, ut lorica producatur priusquam operarii præcisè ad eam partem pervenerint,

Secunda difficultas oritur ex qualitate soli, si arenosum est, tunc crates ex ramis componendæ sunt vel aliunde avehenda materia.

PROPOSITIO XXIII.

Impugnanda est potius facies propugnaculi quam cortina.

Rationes quæ suadent potius impugnandam esse cortinam, sunt hæ.

Prima, quod cortina videatur infirmior, valloque minus robusto instructa.

Secunda, quod cum sit centro vicinior, si expugnetur, de deditione statim agatur, at verò etiamsi faciei labes inflicta sit, eamque hostis insideat, datur rescissioni locus, immò occupato toto propugnaculo, extra aream polygoni interioris posito, rescisione generali in angulo facta ad defensionem ulteriorem proceditur.

Dico tamen ad faciem, potiùs quam ad cortinam dirigendam esse impugnationem.

1. Quia cortina hinc inde propugnaculis stipatur, quare quamdiu alæ integræ perseverant expugnari non potest, immò dejectis alis, adhuc sclopis, & tormentis bellicis defenditur.

2. Defensio cortinæ brevior est, atque adeo certior, defensione faciei.

Impugnari etiam non debet præcisè angulus defensus, eò quòd à duobus propugnaculis videatur, quare satius est impugnare cortinam.

PROPO

PROPOSITIO XXIV.

De perfodienda fossa crepidine.

Ubi ad loricam suburbanam perventum est, suggestum tormentorum bellicorum ferè ad propugnaculi impugnandi apicem collocandum est, ad disjiciendam alam oppositam, indicendumque ejus bombardis silentium, quod suggestum lateri loricæ instructum esse debet, ne obliquè, & lateraliter videatur.

Secundò duæ lineæ cortinæ parallelæ effodiendæ sunt, ut in iis sclopetarii continuò in obsessos explodant.

Tertiò. Fossa ducenda est, quæ viam tectam pervadat, rectàque ducat ad faciem propugnaculi, quod opus est periculosissimæ aleæ, eò quòd ab hostibus directè videatur. Hæc fossa ab antiquis ligo aut dolabra, aut suffossio appellabatur, quæ multorum hominum capax esse non debet; sed tantum aliquotum, qui faciem propugnaculi cuniculo suffodiunt, vel si jam labes illata est, ut in ruinis stationem collocent.

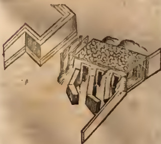
In obsidione urbis Candiæ soli conditio talis erat, ut methodos communes negligerent & alis integris in quibus erant tormentorum stationes, præter promuralia duo, cuniculis subterraneis facilè fossa transmittebatur. Si eædem occurrerent circumstantiæ iisdem etiam artibus utendum foret.

Ut tuta sit hæc fossa profundior esse debet, & præterea tegi fascibus, asserculis terra lapidibus aliisque.

Potest item lorica viæ tectæ, & exterior fossæ acclivitas esse instar loricæ contra urbem, si enim crebris fenestellis perfodiantur, in iis sclopetarii collocabuntur, qui continuenter in obsessos explodant.

PROPOSITIO XXV.

De Vinea.



Vineam adhibemus ad transmittendam fossam, est autem quasi porticus lignea, ex tignis circiter sex digitos crassis compacta, ad modum portæ. altitudo ejus 7 aut 8 pedes non excedit. Asserculi intus & foris clavis affiguntur, spatiumque interjectum terra impletur, ut totum opus ictus majoris sclopi patiens evadat.

Multæ autem in ea componenda cautiones adhibendæ sunt, ut scilicet operarij tuti sint contra tela præsidiariorum, secundò cavendum est ne è superiori lapidibus molaribus obruatur, aut insititio tormento disstringatur, aut tandem injecto igne incendatur. Tertiò ne tormentis bellicis alæ oppositæ aut cortinæ pessundetur.

Quod pertinet ad primum, undique terra, fasces, aliaque materies in fossa coacervatur, ita ut monticulus exurgat, qui hinc inde ita dividitur, ut in medio fiat locus vineæ per partes collocandæ. Humus autem in eam præcipuè partem egeritur, ex qua præcipuè hostis timetur, nempe ex parte cortinæ. Hæc materies etiam per vineam convehitur.

Ne autem è superiori loco perrumpatur. primò tectum in angulum acutum efformatur, atque ita nec ignes adhærere possunt, dejectique lapides tantas vires non habent. Tegitur item nonnullis coriis recens detractis, cestibus, & terra pinguiori ad duos aut tres pedes, vel etiam laminis ferreis.

Ad tertium nonnulli in ipsa fossa transversum aggerem, seu loricam 20 pedes latam moliuntur ut vineam protegat.

Cavendum etiam est ab obsessorum eruptionibus, quæ ut cohibeantur, in via suburbana, fiunt loricæ, & transversæ, ut in iis collocentur sclopetarii, qui continuenter explodant.

PROPOSITIO XXVI.

De transmittenda fossa, dum plena est.

In hoc maximè articulo, fossam aqua plenam utilem putant nonnulli, eò quòd difficillimè transmittatur, sed notandum est quod eruptiones obsessorum cohibet, qui vineam disjicerent, aut incenderent.

Primus modus transmittendæ fossæ dum plena est, derivatione aquæ peragitur, quod facillimum est, dum ager suburbanus ipsis fossis humilior, & depressior est, cavendum tamen ne lineæ ipsæ aquis impleantur, vel ad derivandam aquam opus majoris molis, & expensarum suscipiatur.

Quoties aqua derivari non potest, implenda est fossa, terra, & fascibus quibus adduntur saxa, ut demergantur, ut tandem exurgat agger, qui vineæ & loricæ sit capax, reliquum opus ab opere præcedentis propositionis non discrepat, nisi quod majus subsit periculum, eò quòd totum opus supra superficiem aquæ extet.

Nonnulli rates adhibere cogitant, & vice terræ, & fascium succos plenos lana adhibere; sed facilius est in fossa aggerem statuere, quam hujusmodi rates construere, & in fossa collocare.

Alii vero affectant etiam fossam plenam aqua, etiam sub aquis cuniculo transmitti posse Quod quidem aliàs præstitum est à Principe Auriaco, & in obsidione Candiæ factus est cuniculus sub aqua.

Possent item fieri aggeres hinc inde, ex humo bene compacta, & aqua inter utrumque interceptà anthliis perpetuò exhauriri.

PROPOSITIO XXVII.

De cuniculis.

Cuniculorum doctrina potius ad pyrotechniam, quam ad architectutam militatem spectat, hic tantum nonnulla breviter indicabo, eò quòd ordo impugnationis id videatur exigere.

Jam pridem in urbium expugnationibus adhibiti sunt cuniculi, longè tamen diverso fine ab eo quem modo intendimus, tunc enim quærebatur subterraneus in urbem aditus, nunc verò subjecto pulvere pyrio, partem aliquam valli disjicimus eique labes infertur, saltem sufficiens ad figendam paucorum hominum stationem. Superioribus annis paulò aliter urbium expugnatio administtabatur, nam labe ope tormentorum bellicorum illata, impressione facta obsessores vallum occupare nitebantur. Modò verò transmissa per vineam fossa, cunicularius fossor addhibetur, qui cuniculo non adeo magno partem valli disjicit, quam obsessores insident, novoque cuniculo nova labes infligitur, atque ita pedetentim totum propugnaculum occupatur.



Ante annos 40 paulò majores effodiebantur cuniculi, qui etiam non transmissa fossa in hunc modum perficiebantur. Ultra fossam viæ tectæ puteus obliquuus effodiatur, qui sub fossa ad faciem propugnaculi producatur, tum ducitur porticus faciei parallela, si plura exiguntur loculamenta, si unicum exigitur via ad eum ferens, si angustior, & anfractuosa loculamentum paulò majus fiat quam ot doliola pulvere pyrio plena contineat, quæ singula aperiri debent, ut simul totus pulvis accendatur.

Obstruitur aditus relicto tantum botulo, seu sacculo oblongo, qui pulvere eximio plenus fit. Dominus Deville praxim profert, qua ruinæ indeterminatam partem inclinent, in eam scilicet, in qua major erit vacuitas. In eam enim partem præcipuè pulvis accensos suas exerit vires, in qua major est aëris copia, forsan quod aër dum incalescit, ad majus spatium se extendat, pulverisque vires augeat.

Plura sunt quæ cuniculum remorantur. Sæpe enim occurrit aqua, quæ per canales derivanda, aut anthliis exhaurienda est. Alias occurrit arena quæ sustentanda est. Major est difficultas dum propugnaculum palis fistucatis innititur. Sed hæc ad pyrothechniam pertinent.

Modò vero cuniculus in tanta distantia non inchoatur alioquin vinea opus non esset. Ubi ergo fossor ad vallum pervenit, aditum aperit altum circiter 4 pedes ot in eo de genibus consistat, quem aditum producit quantum opus est, non quidem recta sed per anfractus, obi ad vallum pervenit. Cum humus aggesta asseribus sustentaoda est, egeriturque sensim donec occurrat locus in quo loculamentum formandum est. Ejus altitudo erit 6 aut 7 pedum, longitudo aut latitudo quinque aut 6, secundùm crassitiem valli. Doliolum autem pulvete pyrio plenum octo exapedas cubicas terræ attollit. Ubi loculamentum pulvere pyrio instructum est obstruitur aditus asseribus, aliàque materiâ relicto tantum spiraculo, ut accendatur pulvis.

Si plures sint anfractus, pixide magnetica utendum erit; ut ad destinatum locum perveniator. In qoo anno 1630. erravit Architectus militaris, qui cuniculum in monte Æmiliano effornavit.

PROPOSITIO XXVIII.

De oppugnatione externorum operum.

Tanto apparatu opus non est, in oppugnandis operibus externis. Vidimus quidem opera externa primo impetu occupata, priusquam aut circumvallatio, aot lineæ accessuum ducerentur. Sed dum, ita facilè expugnantur levi brachio defenduntur. Quare ex his casibus oihil ad doctrinam concluditur quæ supponit non inconsiderate militum vitam exponi.

Lineæ obsidionales seu accessuum ad fossam osque operum externorum producuntur, tum in fossa aliqua species vineæ extruitur minoribus tamen sumptibus, eò quòd tormenta muralia minus defendant fossam operum extetnorum, quam fossam principalem. Exinde suffoditur vallum ut aperiatur via, & ascensus. Nonnunquam cuniculo utendum est, non tantum ad disjiciendum vallum; sed etiam ad detegendum hostilem cuniculum, paratum scilicet ad deturbandum soloque æquandam prætenturam, ubi occupata fuerit. Potest item labes inferri tormentis bellicis, cur enim vallum humile sit neque adeo crassum, disjecta lorica facilis præbetur ascensus.

Ubi occupatum fuerit opus externum, lorica in eo contra urbem excitanda est, promoveoda quantum fieri potest, quæ nonnullas cooditiones requirit, nempe ut ex nulla statione vallari directè videatur, quare anfractuosa esse debet. Sensim exiode explanatur vallum prætenturæ ot ex omoi parte facilis reddatur ascensus, nullomque perfugium restet obsessis si forte recuperetur. Denique linea accessuum ad hoc opus externum dirigatur, ot facilè feratur auxilium, in obsessorum eruptionibus. Si opos externum urbi obsessæ vicinum fuerit, sæpe vallum tecto muniendum ad aventendos pyrios globos, quibus obsessi desævire solent.

PROPOSITIO XXIX.

De infititio tormento.

Quamvis insititium tormentum debilius sit, quam ut in obsidionibus majoris momenti adhibeatur; utile tamen est ad perrumpendas vacerras,

ras, pontem sublicium, fores, crates, & nonnunquam etiam murum. Figura eius latior est exterius. Ex cupro seu ære componitur. Ferrea facilè dirumpuntur. Lignea nonnunquam adhibentur, circulis ferreis circumligata. Sicque modiolus rotæ detractis radiis, obturamento ligneo ad latera clavis affixo munitus, nonnunquam usurpatur.

Insititium tormentum impletur pulvere pyrio



melioris notæ, ad três aut 4 digitos limbi exterioris, cui orbiculus ligneus imponitur cæmento, cera, & pice afferruminandus. Additur & tela pice benè inducta.

Insitium tormentum oppositas tantum portas perforaret, nisi illi opponeretur asser crassus trea aut 4 digitos, ferroque bene munitus, qui ansam habeat, sicut & insititium tormentum, quâ facillimè suspendatur. Qui insititium tormentum applicat, communiter thoracem & galeam habet, ictus sclopi majoris patientem.

Nonnunquam insititium tormentum ita parvum est, ut ab homine solo deferatur, clavoque simplici pro foribus suspendatur, si verò majus fuerit à duobus hominibus deferetur.

Multæ occurrunt difficultates in eo applicando, præcipuè si fossa interjiciatur, tunc scalis utendum est, quæ etiam rotulis instruuntur.

PROPOSITIO XXX.

De munitione domorum campestrium.

Personæ privatæ in domibus suis muniendis expensas facere nec possunt nec debent, neque enim arces excitant, quæ obsidionem patiantur, sed tantum quæ repentinis hostium excursionibus resistant. Figura quadrata erit, aut rectangula altera parte longior. Loco turrium possent adhiberi parva propugnacula, quorum semicolla essent 25 pedum. Si tameo turres rotundæ sint; ne videantur arcem construere, addendus est parvus angulus, ut nulla sit pars indefensa. Altitudo murorum supra fossam erit duarum exapedarum, fossa sit plena tempore belli, vacua tempore pacis propter vapores noxios.



ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER SEXTVS:

Defensio.



VAMVIS tota architectura militaris defensionem spectet, cum munitiones nostra offensiva non sint, eo scilicet tantum fine excitata, ut pauci præsidiarii, multis obsessoribus resistant; sunt tamen nonnulla opera, quæ non usurpantur, nisi dum jam promota est impugnatio. Quare in hoc libro, non trado omnes modos repugnatorios, nec arcu præfectum instituendum suscipio, neque enim militem ago, sed architectum, qui nonnulla tantum opera, & munitiones in hoc rerum articulo fieri solitas proponit: tales sunt, antiobsidionales lineæ, rescissiones, seu partialia valla, anticuniculi, varia supellex rerum quibus hostium conatus solemus, aut irritos reddere, aut saltem retardare. Addam item nonnullas praxes ad exhibendas ritè munitionum figuras.

PROPOSITIO I.

Nonnulla opera ad irritandas hostium repentinas irruptiones.

Repentinæ hostium irruptiones, vel fiunt scalis admotis, vel insititio tormento, quæ enim perfidia, & clandestina præsidiariorum defectione promoveotur, nullis machinis, nullis architecturæ operibus retardantur. Neque etiam mei juris sunt excubiæ, vigilum circuitiones, militaris tessera, multò minus ordo pugnarum.

Quare dico contra repentinas hostium irruptiones, quæ scalis admotis perficiuntur, fossam aqua plenam plurimùm, si tamen byeme in gelu concrescat securibus impactis diffringatur, si fossa sicca sit crepidinem interiorem præruptam habeat, quæ difficilem præbeat ascensum.

Pali seu vacerræ in vallo sub lorica horizontaliter infixi, scalas longius removent, alia item repagula, quæ sine fragore non perrumpuntur, speculæ jaculatoriæ, maceriæ supra muros extructæ, quæ in accumbentes decidunt, varia item instrumentorum supellex, ut sunt furcæ, unci, harpagones quibus scalæ longius à muris removentur, arma item offensiva, ut tormenta bellica minutioribus glandibus, & catenulis farta.

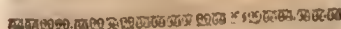
Contra

Contra Infultium tormentum hæc faciunt, paucissimi sint adVus in itsque aganiui excubiæ diligenter. Sint item in singulis aditibus 4 aut quinque portæ, clatra, arrectarii pontes, cataractæ, seu crates ferrea decidua, hæc crates inferitur cavitati, in quadratis lapidibus factæ, retineturque in superioribus, fune, aut rudente annexo, axi in petittochio.

Organum item vocant ingentes trabes pariter in superioribus annexas, quarum singulæ separatim decidunt, etiamsi alterius casum prohibeas.

Dominus *Deville* nonnullas praxes profert, quibus cataracta ita aptatur, ut initio tormento perrumpi non possint fores, quin decidat, si nempe tudens cataractam sustentans pluribus spinis circa fores circumducatur, fores non difficilent quin alicubi incidatur.

Aliam item profert machinam, nempe murum, rotulis impositum, qui licet gravissimus ope rotulatum denticulis instructarum, singulis noctibus, admoveatur postibus.



PROPOSITIO II.

Defensio contra tormentum bellicum.

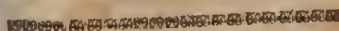
Optima ratio muniendi se contra tormenta bellica, illis moles quæ resistant opponit, quod hactenus præstitimus, non enim tantum valla, sed loricas ita crassas voluimus, ut globorum æneorum patientes essent. Quia tamen non perseverant inconcussæ, si nempe crebrius quatiantur, nonnulli vellent ut partes loricæ quæ fortius impetuntur, quales sunt alarum loricæ magnis saccis plenis lana, nonnihil ab iis distantibus, & suspensis tegerentur, sic enim putant globorum impetum obtundi.

Melius tamen tormentis bellicis alia tormenta bellica opponuntur, ideoque Comes de Pagan ties tormentorum stationes in singulis alis, seu 13 tormenta statuit.

Ad quem finem plurimum faciunt ediriota tormentorum suggesta, quæ post vallum in ipsa cortinæ ala collocantur; poterunt item collocari in faciebus, atque ita plures machinas machinis hostilibus opponimus.

Secundus modus erit si in eruptionibus hostilium tormentorum lumina, adactis clavis trabalibus obturemus, vel armamenta & corbas, & currus incendamus.

Quia tamen chalybei clavi identidem incisi, & in lumina adacti, & fracti, adhuc terebella perforantur, ideo nonnulli filices adigunt. Posset item sormentum triplici modulo pulveris pyrii impleri, & explodi, subjiciendo cuneum ipsi globo, ut ejici non possit, disrumpetur enim tormentum.



PROPOSITIO III.

Defensio contra igneos globos.

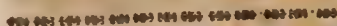
Ignei globi seu Bombæ non à multo tempore sunt excogitatæ, primò que in Gallia sunt usurpatæ anno 1633 in obsidione Dolensi. In Rupellana obsidione hujus machinæ nulla fit mentio, cum tamen Rupella omnes habeat conditiones, quæ communiter requiruntur, ut hi globi effectum habeant, est enim civitas in qua coacervantur ædes, atque adeo civibus magnum terrorem incussissent. Est satis difficile effectum hujusmodi globorum impedire, nam pondere suo contignationes, tecta, & fornices perrumpunt, tum ædes disjiciunt dum concepto igne dissiliunt.

Nonnulli asserunt fasces, & sarmenta si plura sint, impetum decidentis globi infringere, ita ut subjecta tecta, & fornices intacta remaneant.

Secundò si plures fiant transversæ, seu loricæ terreæ, dum globus decidit licebit aufugere, & ponè loricam tutò delitescere.

Tertiò notandum est globi fragmenta ejici secundùm angulum semirectum, ita ut qui humi procumbit, intactus permaneat, etiamsi globus propè illum dissiliat.

Quartò audaciores fimo & pellibus, os globi obturant ubi cecidit; quod dicuntur egregiè præstitisse Judæi Savetnæ in Alsatia, quod multi tribuunt magiæ.



PROPOSITIO IV.

Contra obsidionales lineas.

Longius ab arce hostis detineatur. Hoc axioma per se notum est, quamdiu enim à nobis longius aberit damnum [illegible] inferet. Quod ut exequamur opera externa munitionibus nostris addimus, si quæ sint loco opportuna præoccupamus ut ibi diutius hostem remoremur.

Quare si præsidiariorum numerus sufficiat, non tantum opera externa defendenda sunt, sed contra obsidionalibus lineis ad hostes eundum est, quæ lineæ contrarias leges habent.

Primò, loricam ad hostes obversam habeant.

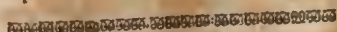
Secundò, directè ex aliqua statione vallari videantur.

Tertiò, semiteductus tantum habeant, ne hostibus sint utiles.

Quartò, ita disponantur ut ab operibus externis defendantur.

Quintò, cavendum est ne ex aliquo loco superiori videantur.

Sextò, denique quod maximè animadverti velim, si ad apices propugnaculorum longius hinc inde procedant, obsidionales hostium lineas, ita directè detegent, ut ferè inutiles reddantur, præcipuè si locus sit paulò altior: id usurpatum vidi in obsidione Philipburgensi, quia tamen, & ipsæ contraobsidionales lineæ ab hostibus directè videri possunt, anfractuosæ possunt esse.



PROPOSITIO V.

De rescissionibus generalibus.

Ultimum restat perfugium, dum aliqua munitio expugnatur, ut novis munitionibus, & rescissionibus *retranchements* obsessi se tegant, & in singulos passus novas hostibus moras injiciant. Hæc nova valla maturè debent inchoari, dum primum prævidemus, quam maximè in partem dirigantur hostium impugnatio, munitiones enim per otium factæ robustiores sunt, ita parvum propugnaculum in majori extructum supra descripsimus secundum mentem Comitis de Pagan.

Figura rescissionum varia est, imitarique potest figuram

figuram omnium munitionum operum externorum, & transversarum.



Rescissiones sunt aut generales aut particulares, generales vocantur, cum tota aliqua munitio relinquitur,aut particularis, dum pars tantum relinquitur alia verò munitur.

Rescissio generalis videtur esse maximè propria operum externorum. Habet autem ut plurimum figuram illius operis, ab hoste expugnati,ita major parmula, alia minori intus inclusa rescindi potest, cornutum alio cornuto, aut pluribus consequenter positis, modò tamen à tergo impugnari non possimus, coronatum item aliud coronatum, & forceps aliam forcipem complecti potest.

Nonnunquam munitio aliam diversæ speciei continet; ita in coronato cornutum, in cornuto parmulam construimus.

Observandum autem est inter munitionem ab hostibus occupatam, & novam,aliquid spatii relinquendum, qualibet enim rescissio fossâ instrui debet. Secundò optimum erit si novum vallum ab aliqua statione defendatur. Ita in coronato dum rescissio universalis est pedibus 14 retrocedimus.

Notandum item est hujusmodi rescissiones plures præsidiarios non exigere, quam si abessent, sunt enim inutiles quamdiu priores perseverant.

Nonnunquam partes munitionis conquassatæ adhibemus, ut opus rescissum perficiamus, ita ex partibus cornuti tres formamus parmulas à forcipe defensas.

PROPOSITIO VI.

De rescissionibus particularibus.

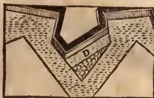


Rescissiones propugnaculorum majoris sunt momenti, sequunturque impugnationem. Supponamus ergo disjectum esse apicem propugnaculi A B C, posset opus rescissum imitari figuram duplicis forcipulæ, aut simplicis prout facilius fuerit.

Si solam faciem occupaverit hostis, aliam faciem præferret opus rescissum, relicto spatio ad fossam sufficienti, post primam rescissionem alia fieri potest, ut parmula.



Occupato toto propugnaculo potest alia intra urbem fieri rescissio, verbi gratia duo propugnacula,cum parmula simplici, aut duplici quæ dicitur generalis, cujus exemplum habemus in obsidione Ostendæ, quæ tres annos tenuit, & in qua pluries præsidiarii rescissionibus generalibus se munierunt, & plusquam dimidiam urbis partem amiserunt, priusquam de deditione cogitarent.



In multis tamen urbibus solum arenosum minus accommodatum est munitionibus perficiendis, aliunde deficiunt glebæ, rami, cæteraque unde meliores sunt rescissiones, quæ ante obsidionem per otium fiunt. Posset hujusmodi rescissionibus attribui sectio verticalis.

Nunquam relinquenda est vetus munitio conquassata licèt, nisi in extrema necessitate, prius enim omnia adhibenda sunt, quæ moram hostibus injiciant, adhibentur vacettæ, dolia farta terra, quæ dum nullus defensioni restat locus in hostes præcipitantur.

PROPOSITIO VII.

De Anticuniculis.

Cum potentissima ad expugnandas urbes machina sit cuniculus,omni conatu impediendus est, id autem præstamus anticuniculis, quibus hostium cuniculos investigamus, ut fossorem occidamus, opusque jam factum disjiciamus aut pulverem subducamus.

Cum frequentissimus apud antiquos esset cuniculorum usus, pluribus modis eos detegebant. Refert Vitruvius Architectum urbis Apolloniæ obsessæ, multas in pomerio fossas duxisse, easque exterius produxisse, multa item vasa ænea suspen-

 disse,

diffe, quæ sonum ederent, dum hostes subtus effoderent.

Nonnulli fornices in ipso vallo extruunt, quod quidem non probarem, eò quòd infirmius evadat, ut accidit in aliqua arce recena extructa, in cujus vallo extructæ sunt militum casæ, ita ut in ea vix tormentum explodatur quin alicubi vallum vitium faciat.

Ut detegantur cuniculi fiunt putei nonnihil



obliqui, ut infra fossam descendatur si sicca est, si enim plena fuerit tantum à cuniculis periculum non est, fiuntque plures porticus, quibus via hostibus intercipitur, pluresque ramusculi in quibus excubitores statuuntur, qui auscultent qua parte hostes veniant. Habentur item majores terebræ, 7 aut 8 pedes longæ, cujus extremitas figuram grani hordeaci imitatur. His terebris prætentamus crassitiem soli, dum tamen ejus indoles, & qualitas id patitur; aperto enim foramine videtur hostium lumen, insititio deinde tormento terram perrumpimus, aditumque obstruimus, modò tamen restet crassities tantum 7 aut 8 pedum.

Insititium autem tormentum variè applicatur prout hostis superiorem, aut inferiorem locum occupaverit. Si in eadem linea horizontali versetur, tabula tormenti verticalis erit, hoc est ad hostes dirigendum erit tormentum.

Hæc methodus optima est dum à longè hostis ad nos adrepit, si enim transmittit fossam vinea, intra propognaculum unus, aut alter puteus effodiatur, multi existimant praxes ad detegendos hostes, nempe ope tympanorum esse valdè inutiles, quia dum ita percipiuntur, ita jam promotum est opus ut impediri non possit. Obsidio tamen Candiensis nos docuit, hoc aut simili modo dectos cuniculos irritos reddi posse.

Fumus inutilis est et hostia ex cuniculo ejiciatur, quare ignibus artificialibus utendum erit, obstructo prius interius cuniculo, ne utrinque æqualiter noceat. Si cuniculus nondum ad vallum pervenit, cuniculo profundiore disjicietur & irritabitur. Pariter si hostis vallum inscdit, cuniculo inde est deturbandus.

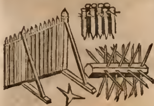
PROPOSITIO VIII.

De Arcis, seu receßionibus tectis.

Arcæ, seu munitiones tectæ, quas Itali caponerias dicunt, sunt valla humiliora & tecta, in quibus præsidiarii delitescunt fossamque defendunt. In omnibus præcipuè acclivitatibus collocari possunt. Fit enim fossa, & ex humo quæ egeritur formatur lorica, tum in quatuor angulis infiguntur terræ pali crassiores, quibus annectuntur asserculi crassi, clavisque trabalibus firmantur, id habent commodi, quod sæpè undique sclopis petantur hostes, nec tamen ullum videant. Locus hujusmodi arcarum erit in omnibus acclivitatibus ante alam, pluribusque locis in fossa. Debent autem extare duobus aut tribus pedibus supra superficiem terræ, ita ut per fenestellas tantum explodantur sclopi. Fiant autem firmiores, ne citò perrumpantur, sic enim optimè sistunt primum hostium impetum.

PROPOSITIO IX.

De Vacerris, palis, repagulis, muricibus.



Vacerrarum usus latissimè patet, castra enim vacerris optimè muniuntur; adhibentur item in mediis fossis etiam aqua plenis, ut navicula prohibeantur; pariter in lorica suburbana, in margine vallorum, nonnunquam verticales sunt, aliàs horizontales. Ad vacerras revocantur pali verticaliter terræ infixi, in quincuncem digesti, & clavis armati. Repagula item paucissimia palis innixa.

Dantur & trabes hirsutæ acuminibus, quas equos Frisiæ nuncupamus, sunt autem trabes sexangulæ, quibus acuminati scipiones inseruntur longi quatuor aut quinque pedes.

Dantur & murices, seu quatuor cuspides ita dispositæ, ut una semper sit verticalis. Hæ in fossis magno numero disponuntur; & sæpè in viis ut equitatum sistant.

DE PERSPECTIVA MILITARI.

Quamvis ex communibus perspectivæ principiis ea omnia perfici possunt quæ hoc in loco requiruntur. Quia tamen non ab omnibus qui arces, cæterasque munitiones describunt, tantam scientiam jure exigeremus, alias praxes faciliores substituemus, quæ licet in rigore nonnihil à vero abludant, non ineptè tamen objectum exhibent.

PROPOSITIO X.

Primum principium perspectivæ militaris. Ichnographia eadem perseverat.

Primum principium hujus perspectivæ militaris intactam relinquit ichnographiam, quamvis secundum communes leges ichnographis geometrica in ichnographiam perspectivam commutetur,

tur; asserto tamen nihil in hoc negotio contra communes leges admitti.

Demonstratio. Quodlibet potest pro tabella; ergo planum horizontalis potest planum tabellæ, seu sectionis evadere: sed in hac hypothesi ichnographia eadem perseverat, utpote tabellæ parallela; ergo secundum regulas universalea ichnographia immutata perseverat.

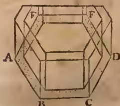
PROPOSITIO XI.

Secundum Principium perspectivæ militaris. Lineæ verticales sunt parallela inter se suasque dimensiones conservant.

Perspectiva communis Jubet in tabella horizontali, lineæ objectivæ verticales ita exhiberi ut concurrant in puncto principali, vicinioresque oculo majores apparere, sed si supponatur oculus in maxima distantia, possunt repræsentari per lineas parallelas. Possumus ergo hanc sequi regulam utpote facillimam, quæ quamvis in rigore nonnihil deficiat, objectum tamen sat bene repræsentat.

PROPOSITIO XII.

Muros verticales cuilibet plano geometrico insistentes exhibere.





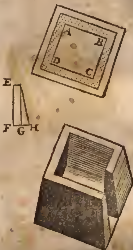
Sit Ichnographia Geometrica ABCDEF, quæ etiam crassitiem muri exhibendi præferat, ducantur ex omnibus angulis figuræ tam interioris, quam exterioris lineæ parallelæ, & æquales inter se, quarum extrema lineis rectis conjungantur, & absoluta erit operatio.

Hæc praxis facilè demonstrabitur si supponatur oculus maximè distans non quidem à tabella, sed à figura describenda, lineæ verticales concurrentes in puncto valdè dissito erunt physicè parallelæ.

Notandum est plurimas lineas perfecto opere non compatere, eò quod intra murorum crassitiem cadant, aut ab ea occultentur.

PROPOSITIO XIII.

Supra ichnographiam Geometricam muros acclives excitare.



Suppono planum Geometricum cui imponendos suscipimus muros acclives esse ABCD, sitquo sectio verticalis murorum EFGH. Describatur circa planum ABCD, planum acclivitatis, quod ab eo distet secundum lineam GH. Excitentur exinde (*per præcedentem,*) muri tecti supra planum ABCD, denique ex angulis plani superioris, ducantur lineæ rectæ ad planum acclivitatis, habebiturque descriptio murorum aclivium.

PROPOSITIO XIV.

Vallum, & loricam cum suis acclivitatibus excitare supra planum Geometricum.

Suppono jam haberi planum Geometricum illius munitionis, verbi gratia reductus ABCD; sitque FEM sectio verticalis, in qua demissæ sunt perpendiculares MI, LO, & KH ducatur in plano linea perpendicularis FE, in quam transferes divisiones lineæ FE sectionis horizontalis, per quas ducantur parallelæ lineæ BC usque ad diagonalem BN. Excitentur item in punctis diagonalis BN lineæ verticales, æquales perpendicularibus sectionis verticalis. Idem fiat in aliis diagonalibus, habebisque supra singulas totidem sectiones

verticales. Denique ducantur per singulos angulos hujusmodi sectionum lineæ parallelæ, quarum

plurimæ delitescent intra crassitiem operis, & perfecta erit descriptio.

PROPOSITIO XV.

Fossas exhibere.

Quamvis in plerisque munitionibus fossa ut plena aqua exhibeatur, possumus tamen eam ut vacuam & cavam exhibere, eadem praxis adhibetur nisi quod in hoc casu lineæ verticales non supra, sed infra planum assumuntur.

Suppono ergo vallum & loricam per praxin superiorem esse descripta, quibus addere volumus fossam, suppono item ABCD esse sectionem verticalem fossæ, ducatur in diagrammate linea AD, in quam transferantur divisiones lineæ AD sectionis verticalis. Addantur perpendiculares EB, FC æquales sibi correspondentibus, tum per puncta ABCD ducantur lineæ parallelæ lateribus figuræ, perfecta erit descriptio.

PROPOSITIO XVI.

Integra munitionis diagramma describere.

Difficile non erit integram munitionem exhibere, ita ut extare videatur. Describe primò planum Geometricum, ita ut margo valli notetur, cum margine fossæ, & limbus acclivitatis loricæ viæ tectæ; describatur vallum & lorica (*per propositionem* 14.) & fossa per præcedentem, habebisque valli perfectum diagramma; quod erat propositum.

TRACTA



TRACTATUS XVI.

HYDROSTATICA.

PARTEM Matheseos nostræ jucundam, æquè ac facilem aggredimur, secundum nempe mundi elementum. In quo quatuor tantùm, mathematicæ considerationis invenio; nempe pondus aquæ ad quod maximè spectat Hydrostatica, seu de insidentibus in humido, secundum cursus eius, seu de fontium naturalium, & fluminum cursu, tertium vis impulsiva, ad quam fontes omnes artificiales, & machinæ hydraulicæ revocantur, quartum denique navigatio quæ quatuor singulos tractatus sibi vendicabunt.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

Corpora æquiponderantia absolutè, sunt ea quæ in aëre posita in bilance æqualium brachiorum, stant in æquilibrio, ut duo pondera quæcumque unius libræ. Intelligo autem quod stent in æquilibrio in aëre, cujus pondus vel modicum est, vel à nobis in aëre degentibus non consideratur.

DEFINITIO II.

Corpora æquiponderantia, respectivè, seu specificè, seu æqualis gravitatis in specie, ea sunt quæ sub æquali mole, æqualem obtinent gravitatem absolutam. Ut si sint duo cubi palmares, qui in bilance æqualium brachiorum stent in æquilibrio, illi erunt ejusdem gravitatis specificæ. Et consequenter ea corpora erunt diversæ gravitatis specificæ, quæ sub æquali mole, inæqualem habent gravitatem absolutam. Quæ comparatio fieri potest, vel componendo liquida, cum liquidis, vel solida cum solidis, vel solida cum liquidis. Hîc utramque comparationem instituimus, primò solidorum cum liquidis, & liquidorum cum liquidis: quod enim institui possit hæc comparatio facilè constat, neque enim liquida gravitate carent. Ex quo sequitur solida comparata cum aqua, vel illâ esse leviora in specie, vel graviora, vel æquè gravia. Quod autem de aquâ dicimus, de alio quocumque liquido servata proportione intelligi debet.

DEFINITIO III.

Liquidum corpus, seu ut vocant humidum, illud est quod facilè alieno, difficillimè suo termino continetur. Quæ definitio satis per se patet nec ullam peculiarem difficultatem facit.

DEFINITIO IV.

Corpus solidum illud est, cujus partes ita inter se unitæ sunt, ut cum aliqua difficultate divellantur. Quare per solidum, non intelligimus tantum corpus illud, quod habet trinam dimensionem.

SUPPOSITIONES.

Suppositio prima. Ex principiis Staticis jam superiùs traditis, clarissimum est, ut possit judicium ferri, de gravium interse comparatorum descensu, aut præponderantia, non esse solum eorum gravitatem attendendam, sed etiam peculiarem dispositionem ad motum majorem, aut minorem; ita ut major motus, majorem gravitatem supplere possit. Quod manifestissimum in omni genere machinæ, aut potentiæ motricis; quemadmodum fusè satis explicuimus suo loco. Præcipuè verò, in libra majori, in quâ vidimus, idem appendiculum unius verbi gratiâ libræ, stare in æquilibrio, cum 10. 100. 200. 1000. libris, ex brachio breviori appensis, dum magis, aut minùs à jugo removetur. Tunc enim majorem describit circulum, ex quo & majorem vim ad sustentandum pondus oppositum, majoremque resistentiam obtinet. Pondus enim majori motui magis resistit, quàm minori.

Ex eo autem hoc effatum demonstravimus, tunc esse æquilibrium, quando ponderum gravitates, & eorum motus, aut quod in idem recidit, eorum distantiæ à puncto suspensionis sunt reciprocæ. Ut pondus duarum librarum, distans uno pede à jugo, est in æquilibrio, cum pondere unius libræ duobus à jugo pedibus remoto: cum idem sit unam libram movere per duos pedes, ac duas libras per unum pedem. Ad hoc igitur principium revocabimus, quæcumque de natantibus in humido demonstrabuntur, ita enim exactè, hoc principium observatur in hac materia, ut nulla sit statera exactior.

Suppositio secunda. Momentum apud mechanicos, est id quo potentia fit potens ad agendum, & resistendum. Quare momentum est mensura virium quæ sunt in aliqua potentia. Componitur autem momentum, ut jam diximus, ex gravitate absoluta ponderis, & dispositione ad motum majorem, aut minorem, respectu motûs quem producere debet, in alio corpore, quod sursum moveri debet dum primum deorsum fertur. Unde non tantùm ad cognoscendum momentum debet gravitatis absolutæ haberi ratio, sed etiam motûs,

 atque

a que hæc ſecunda ſuppoſitio ferè cum prima coincidit.

PROPOSITIO I.

Problema.

Ea corpora gravia in aqua merguntur, quorum momentum majus eſt momento aquæ, ſurſum impellendæ, aut ſuſtentatæ.

Sit corpus grave, aquæ impoſitum, quod tale ſit ut majus mumentum habeat, quàm tota aqua, quæ ipſo deſcendente debet ſutſum impelli, aut ſuſtentari: dico corpus illud demergendum.

Demonſtratio. Corpus illud aliud attollere poteſt, cujus momentum majus eſt; ſed ex ſuppoſitione corporis ſolidi momentum majus eſt, momento totius aquæ, interea aſcendentis: ergo (*per ſuppoſitionem ſecundam,*) victoria erit penes corpus ſolidum.

Si verò aquæ totius expellendæ à corpore, ut totum demergatur, majus ſit momento corporis ſolidi, non totum mergetur corpus ſolidum, quia victoria ſtare debet penes aquam cujus momentum majus eſt. Cum autem dum incipit mergi non tota aſcendat aqua, ſed aliqua tantum ejus pars, & pondus grave totum jam ab initio momentum ſuum habeat, ideo aliqua corporis gravis pars mergetur, donec aquæ ſuſtentatæ, & ſolidi momenta ſint æqualia.

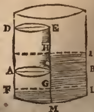
3. Si momentum aquæ aſcendentis, per corporis ſolidi demerſionem, æquale ſit momento corporis demerſi, erit æquilibrium; atque adeo corpus grave erit indifferens ad omnem motum in aqua.

Quare reſtat examinandum utrinſque tam corporis demerſi, quàm aquæ aſcendentis momentum, ut de toto negotio ferri poſſit judicium, cum momentum ex duobus coaleſcat, nempe ex motu; & ex gravitate abſoluta, ideo ſequentibus propoſitionibus otrumque conſiderabimus.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Dum aqua ambiens, æqualis eſt priſmati demerſo, moles aquæ aſcendens minor eſt parte corporis demerſâ.



Sit in vaſe quopiam ſuperficies aquæ AB, ſitque priſma ACDE, cujus baſis AC, & reliqua ſuperficies aquæ CB, æqualis baſi priſmatis AC, demergatur priſma uſque ad FG, aqua quæ erat in AFGC aſcendet in CHIB: dico aquam illam aſcendentem minorem eſſe quoad molem parte priſmatis demerſa.

Demonſtratio. Aqua aſcendens æqualis eſt quoad molem, ſpatio occupato à priſmate intra priorem ſuperficiem aquæ, nempe æqualis eſt ſpatio AFGC occupato à priſmate infra lineam AB. Nam ea tantum aqua aſcendit cujus locus occupatur, ſed cum tota aqua ante demerſionem ſit infra AB, aqua aſcendens æqualis erit ſpatio occupato infra lineam AB: ſed pars priſmatis demerſa major eſt, quam quæ poſita eſt infra AB. Cum enim aqua expulſa non evaneſcat, auget ſuperficiem aquæ, & conſequenter auget partem priſmatis demerſam, quare in tali caſu pars demerſa FH dupla eſt aquæ aſcendentis. Quod erat demonſtrandum.

Non inquiro adhuc an ſolius aquæ CHIB ratio ſit habenda, & aqua CGLB etiam aliquid conferat, hoc enim infra examinabitur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Ut ſe habet ſuperficies aquæ ambientis priſma demerſum, ad ſuperficiem totius aquæ ante demerſionem, ita ſe habet aqua aſcendens, ad partem priſmatis demerſam.

Sit in eadem figura ſuperficies aquæ ambientis priſma demerſum, HI aut CB, ſitque tota ſuperficies aquæ ante demerſionem AB, dico ita eſſe CB ad AB, ſicut aqua aſcendens nempe CHIB, ad partem priſmatis demerſam, nempe FH.

Demonſtratio. Pars aquæ aſcendens nempe CBIH, æqualis eſt quoad molem parti priſmatis ACGF, cum ab eâ expellatur: ergo additâ communi AH, erit tota pars priſmatis demerſa, æqualis toti aggregato AI: ſed aqua aſcendens CBIH ad aggregatum AI (*per* 7. 6.) aut (*per* 30.11.) eſt ut baſis CB ad AB: ergo aqua aſcendens ſe habet ad partem priſmatis demerſam, ut CB, reliqua ſuperficies aquæ, ad AB totam ſuperficiem vaſis.

COROLLARIUM I.

Si reliqua ſuperficies aquæ CB (detractâ nempe eâ parte AC, quæ à priſmate tegitur, ſit media pars totius vaſis, erit aqua aſcendens media pars, partis priſmatis demerſæ, ut in appoſitâ figurâ conſtat.

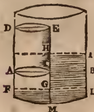
COROLLARIUM II.

Si magnitudo vaſis tanta ſit, ut priſma cum illa inſenſibilem habeat rationem, atque adeo ſuperficies aquæ reliqua, ferè ſit æqualis ſuperficiei totius, aqua aſcendens æqualis erit ſenſibiliter parti priſmatis demerſæ, nunquam tamen præciſè, & geometricè.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Dum mergitur corpus, elevatio aqua supra superficiem pristinam, se habet, ad descensum prismatis, ut basis prismatis ad superficiem aqua circumfusa.



In superiori figurâ sit AB superficies aquæ ante immersionem prismatis, & post immersionem sit superficies aquæ H I; ita ut aqua elevetur supra priorem superficiem, secundum lineam C H, sitque basis prismatis AC, superficies aquæ circumfusæ sit C B; dico ita esse A C ad C B, sicut CH ad CG descensum prismatis.

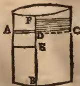
Demonstratio. Aqua C I æqualis est parti prismatis AG, quæ eius locum occupavit: sed prismata æqualia reciprocant bases, & altitudines; (*per* 34.11.) Ergo ut basis prismatis nempe AC, ad basin aquæ, seu CB, ita altitudo CH ad altitudinem CG. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Parum aqua est in æquilibrio cum multa aqua, quoties scilicet sunt in eadem linea horizontali.

Sit aqua AB multò minor in quantitate, quàm aqua BC, sit tamen utriusque eadem superficies



horizontalis AC: dico aquam AB, esse in æquilibrio, cum aqua BC. Supponatur enim aqua AB ita descendere, ut impellat aquam BC, eamque elevet usque ad F. Cum tota aqua quæ erat in AE, aut illi æqualis, sit in FC, erunt aquæ AE FC æquales; ergo (*per* 14.6.) ita erit basis AD, ad DC, ut DF ad DE. Sed ut AD, ad DC, ita tota aqua AB ad aquam BC, seu pondus aquæ AB ad pondus aquæ BC; sunt enim ejusdem gravitatis specificæ, F D autem est motus aquæ BC; & AE est motus aquæ BE. Ergo ut pondus aquæ A B ad pondus aquæ B C; ita est motus aquæ B C ad motum aquæ AB. Ergo ex principio communi machanices aquæ A B, B C sunt in æquilibrio. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO VI.

Si pars corporis immersa, æqualis sit in mole, aquæ quæ toti corpori æquiponderet, erit æquilibrium.

In prima figura, sit totum prisma duarum librarum, sitque pars eius immersa F H, æqualis in mole duabus libris aquæ, dico esse æquilibrium, nec posse corpus illud ulteriùs progredi, seu majorem copiam aquæ attollere.

Demonstratio. Si loco prismatis substitueretur aqua in spatio FH, essent duæ libræ aquæ, ea nempe aquæ quantitas, quæ in mole æqualis est parti demersæ F H; sed si substitueretur aqua esset æquilibrium. Quotiescumque enim aquæ superficies est horizontalis, toties est æquilibrium, & tunc una aqua non attollit aliam; sed duæ libræ aquæ sunt æqualium virium, cum duabus libris corporis solidi; ergo si loco aquæ reponatur corpus duarum librarum, erit æquilibrium cum reliqua aqua; igitur non procedet ulteriùs, seu majorem copiam aquæ loco dimovere, seu attollere non poterit.

Si verò, totum prima non ponderet duas libras, sed unam tantùm; non habebit vires æquales duabus libris aquæ, quarum vacuitas F H est capax; & quæ facerent æquilibrium. Quare reliqua aqua, corporis illius gravitatem superaret, atque adeò attolleret corpus illud. E contra verò si corpus ponderet plusquam duas libras, majores vires habebit, & sursum aquam attolleret.

Nascitur tamen difficultas ex superioribus propositionibus, cujus solutio hanc materiam clariorem reddet. Diximus in eadem figura, aquam ascendentem descendente prismate, minorem esse parte prismatis demersâ. Ut in appositâ figurâ, aqua ascendens est C B I H, pars prismatis demersâ est FH, quæ est dupla, & in exemplo illius figuræ; est dupla aquæ ascendentis; & ascensus unius æqualis est descensui alterius; igitur non potest esse æquilibrium.

Respondeo prisma non tantum pugnare, & consequenter non tantum comparari debere cum parte aquæ, quæ ipso descendente ascendit, sed etiam cum ea quam sustentat. Nam pars aquæ C B I H, antea erat in A F G C, & erat in æquilibrio cum aqua C B L G, eamque sustentabat, cujus loco substituitur prisma; ergo prisma expulit solam aquam CBIH. Pugnat tamen, & cum CBIH, & cum CBLG, eodem prorsus modo, ut si essent duo pondera in lance utraque stateræ, verbi gratiâ una libra, in utraque; si utrumque pondus in unam lancem conjiciatur, necessariò in alteram imponendum erit pondus

pondus duarum librarum; ita etiam in noſtro exemplo accidit.

Oſtendo item alio modo eſſe æquilibrium. Cùm ex ſuppoſitione, aqua æqualis in mole parti priſmatis FH, ſit duarum librarum, in propoſito exemplo aqua HL, erit etiam duarum librarum: aquæ igitur FM, & ML ſunt in æquilibrio. Sed aqua HL duarum librarum eſt in æquilibrio cum priſmate, quod ſupponitur etiam eſſe duarum librarum; ergo aggregatum ex priſmate, & aqua FM, eſt in æquilibrio, cum aggregato ex aqua ML, & LH. Ergo omnia permanent in æquilibrio.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Corpus in ſpecie levius aquâ, non mergetur totum.

Corpus in ſpecie levius aquâ, majorem habet molem quam aqua ipſi æquiponderans; ergo aqua ipſi æquiponderans, minor eſt illo; ergo antequam totum mergatur occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis. Sed (*per præcedentem*) quoties corpus occupat locum aquæ ipſi æquiponderantis, toties eſt æquilibrium: ergo antequam mergatur totum corpus, erit æquilibrium; ergo non mergetur totum. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Corpus in ſpecie gravius aquâ totum mergitur.

Corpus in ſpecie gravius aqua, eſt illud quod minorem habet extenſionem, quàm aqua ipſi æquiponderans; ergo nunquam occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis; ergo nunquam erit æquilibrium; ſed ſemper vincet aquam. Nam dum totum mergitur, occupat locum aquæ ipſi æqualis in mole, quæ erat in æquilibrio cum reliqua aqua, ſed ex ſuppoſitione gravius eſt illa; ergo gravius eſt quam ut ſit æquilibrium. Ergo vincet adhuc. Cum autem etiamſi totum mergatur non occupet ſpatium majoris aquæ, nec plures ejus partes attollat, ſemper ſuperabit aquam, & fundum petet.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Corpus æqualis gravitatis cum aquâ, totum mergetur, indifferens tamen erit ad quemlibet locum in aqua obtinendum.

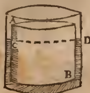
Corpus æqualis in ſpecie gravitatis cum aqua, dum totum mergetur, tunc primùm occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis; ſed (*per 6. hujus*) quotieſcumque corpus occupat locum aquæ ipſi æquiponderantis, toties eſt æquilibrium: ergo dum corpus illud totum mergetur erit æquilibrium. Cum autem ſemel totum immerſum eſt, non occupat locum majoris aquæ; igitur nunquam deſtruetur æquilibrium; igitur quemcumque in aqua ſitum habeat, erit æquilibrium.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Corpus in ſpecie levius aqua, à quantumlibet parva aqua ſuſtentari poteſt.

Sit quodcumque priſma in ſpecie levius aquâ, pendens verbi gratiâ 100 libras; dico ab unâ librâ aquæ ſuſtentari poſſe. Fiat enim vas ita ipſi



reſpondens, ut inter ejus latera & priſma contineri poſſit una libra aquæ, & quia priſma illud eſt in ſpecie levius aquâ, ejus moles erit major 100 libris aquæ. Sit ejus pars CB æqualis in mole 100 libris aquæ; & tanta aqua infundatur, ut perveniat ad lineam horizontalem CD, dico in tali caſu aquam licet modicam ſuſtentaturam illud priſma.

Demonſtratio. (*Per ſextam hujus*) quotieſcumque pars corporis æqualis in mole aquæ æquiponderantis toti corpori mergitur, toties eſt æquilibrium, & ſuſtentatur ab aquâ totum corpus; ſed in noſtro caſu, ita ſe res habet. Supponitur enim aqua infuſa pervenire uſque ad lineam horizontalem CD, & partem CB, æqualem eſſe in mole 100 libris aquæ. Ratio eſt quia ſi loco priſmatis AB, ſuſtituerentur 100 libræ aquæ, quæ æquales eſſent in mole, parti CB, eſſet æquilibrium; ergo etiam eſt æquilibrium, ſi loco aquæ reponatur priſma pendens 100 libras. Ratio ulterior eſt, quia aqua eſt in magno motu.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Quodcumque corpus levius aqua, tàm benè ſuſtentatur in aqua profunda, quàm in non profunda, nec magis in una, quàm in alia mergitur.

Quodcumque corpus levius aqua, mergitur eâ parte ſui, quæ æqualis eſt in mole, aquæ ſibi æquiponderanti, & demonſtratio univerſaliter oſtenditur, (*propoſitione ſextâ hujus.*) Si enim in aqua profunda, mergitur donec occupet locum aquæ ſibi æquiponderantis, & in aqua

aqua non profunda mergatur pariter donec occupet locum aquæ ſibi æquiponderantis, non magis mergetur in una quam in aliâ. Ratio ulterior eſt, quia ſi loco corporis ſubſtitueretur aqua ipſi æquiponderans, hæc ab alia ſuſtentaretur, ſed non requiritur major virtus ad ſuſtentandum corpus, quam ad ſuſtentandam aquam ipſi æquiponderantem; communis tamen opinio aliter judicat: ſed conſiderandum eſt ſi aqua ſuſtentata ab alia aqua inferiori poteſt ſuſtentare corpus aliquod, multò magis eadem aqua à terra ſuſtentata poterit idem præſtare. Ex quo fit ut nihil ſit timendum navibus modò fundum non tangant, hoc eſt ſi navis mergitur ad 20 pedes, nihil damni patietur, modò aqua ſit profunda ad 21 pedes, & paulò plus, hoc eſt fundum non tangat.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Corpus in ſpecie gravius aqua, nec à toto mari ſuſtentari poteſt.

Nullum corpus ſuſtentari poteſt, quod minorem occupat locum in aqua,quàm aqua ipſi æquiponderans, tunc enim tantùm innatabit quando occupabit locum aquæ ſibi æquiponderanti, ſed nunquam talem occupat locum. Si enim ubi totum incipit immergi, ejus loco ſubſtitueretur aqua ipſi æqualis in mole, eſſet æquilibrium, ſed loco talis aquæ ponitur corpus ſolidum prævalens: ergo ulteriùs tendit. Idem dicendum eſt ubi deſcenderit aliquantulum, ſi enim, in ejus loco poneretur aqua, ibi maneret, eſſetque in æquilibrio cum alia, ipſum autem corpus gravius eſt tali aquâ: ergo prævalere debet & ulteriùs tendere.

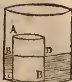
PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Priſma levius aquâ in ſpecie poſitum in vaſe, non aſcendet, donec tanta infundatur aqua, ut ita ſe habeat altitudo priſmatis, ad altitudinem aquæ, ut gravitas ſpecifica aquæ, ad gravitatem ſpecificam priſmatis.

Comparari facilè poteſt gravitas ſpecifica, unius cum gravitate ſpecifica alterius, nempe poſita utriuſque æquali mole, ita ſe habebunt ut gravitates ſpecificæ, ita ut illud dicatur duplò majorem habere gravitatem ſpecificam, quod duplò majorem ſub eàdem extenſione gravitatem habebit. Vel poſita utriuſque corporis eàdem gravitate, quod majorem habebit molem, minorem dicitur habere gravitatem ſpecificam. Sit ergo priſma AB, cujus gravitas ſpecifica ſe habeat ad gravitatem aquæ,ut c d a,ſitque poſitum in vaſe, in quod infundatur aqua uſque ad D, ſitque ut gravitas ſpecifica priſmatis ad gravitatem aquæ, ita DB altitudo aquæ, ad AC altitudinem priſmatis. Dico tunc nutare illud priſma, atque adeò ſi vel tantillulum aquæ addatur aſcenſurum.

Demonſtratio. Ut gravitas ſpecifica priſmatis, ad gravitatem ſpecificam aquæ, ita BD ad



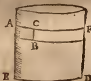
AC, ſed ut BD ad AC, ita priſma CD ad AB; ergo ut gravitas ſpecifica priſmatis ad gravitatem aquæ, ita magnitudo CD ad AB. Quare aqua æqualis in mole ipſi CD, erit æquiponderans priſmati AB: nam quoties gravitates ſpecificæ ſe habent ut magnitudines reciprocè: ſequitur idem eſſe utriuſque corporis pondus.Quare pars demerſa CD æqualis eſt in mole, aquæ æquiponderanti toti priſmati unde (*per 6. huius*) erit æquilibrium.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Liquores leviores levitate ſpecifica aliis gravioribus ſupernatant.

Sit liquor AB in ſpecie levior aqua CDE, & in eadem ſuperficie ACF cum aqua, dico fore ut deprimatur aquæ ſuperficies AC & ſuperfundatur ſupra CF.



Demonſtratio. Si loco liquoris AB ſubſtitueretur aqua, eſſet æquilibrium ut oſtendimus (*propoſitione quintâ huius*;) ſed liquor AB, eſt levior; igitur, ab aqua attolletur ſupra ſuperficiem AC, ubi verò exceſſerit lineam ACF,effundetur ſupra ſuperficiem CF, atque ita deinceps, donec totus innatet. Niſi forſitan tenacitas liquoris impediat, quominus tam perfectè extendatur ſupra ſuperficiem aquæ; neque enim extendi poteſt in ſuperficiem Zenoniam.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Fieri potest ut navis in mari supernatet, in aqua fluviatili demergatur.

Suppono ad hanc propositionem demonstrandam, aquam salsam, esse graviorem aquâ dulci, & fluviatili; hoc est sub iisdem dimensionibus majorem habere gravitatem, aut sub eodem pondere minorem extensionem. Sit ergo navis cujus moles major sit aquâ salsâ ipsi æquiponderante, sed minor aquâ dulci pariter ipsi æquiponderante; cùm enim sub eodem pondere adæquante gravitatem navis, aqua dulcis majorem molem habeat, quàm salsa, fieri poterit ut moles navigii sit major, mole aquæ salsæ, & minor mole aquæ dulcis. Sed in tali casu supernatabit navigium aquæ salsæ, & mergetur in aqua fluviatili; nam in aqua salsâ dum navigium occupabit locum aquæ salsæ ipsi æquiponderantis, totum immersum non erit, cum majorem extensionem habeat ex suppositione; cum verò aquæ dulci imponetur, mergetur totum, antequam occupet locum aquæ dulcis ipsi æquiponderantis; ergo ulteriùs descendet, donec totum demergatur. Unde non tota navis mergetur in aquâ salsâ; tota autem mergetur navis intra fluviatilem.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Vas metallicum plenum aqua mergitur, vacuum supernatat.

Volo vas metallicum, aut esse cavum simpliciter, aut esse sphæricum undique clausum, ita ut intra illud, aut aër, aut si fieri possit nihil sit. Dico si vas illud aquâ impleatur, demergetur, si verò sit vacuum aut plenum aëre, supernatabit.

Demonstratio. Primò aggregatum ex aëre incluso, & materia metallica est in specie gravitatis minoris, quàm sit aqua; ergo potest occupare locum aquæ sibi æquiponderantis, antequam totum mergatur: ergo poterit sustentari. Si verò impleatur aqua, primò si velimus considerare aggregatum ex metalio, & aquâ; illud majorem gravitatem habet quam aqua, ipsi æqualis in mole; ergo totum merget ante quam occupaverit locum aquæ ipsi æquiponderantis; aut si velis, abstrahe ab aqua intus inclusâ, cujus pondus in alia aquâ non respicitur, metallum est gravitatis majoris quàm aqua. Ergo in ea mergetur.

Ratio ergo est quod vas metallicum cavum, donec totum mergatur occupare potest in aquâ locum aquæ, ipso ponderosioris; ergo non mergetor, resistet enim aqua. At verò dum plenum est aquâ, debet considerari cum ipso pondus ipsius aquæ.

Dices non esse eam rationem, sed quod sublevetur à levitate aëris intus inclusi. Sed contra, quia in cymba metallica, aër intus inclusus non potest adhærere cymbæ, ut illam sustineat. Deinde si aliqua methodo possit extrahi, aut totus aër, aut saltem pars illius aliqua, sustentabitur tamen; sed in tali casu, non sustentatur ab aëre, ergo ab aqua. Quod si aër non possit edusi, certum est quod Sphæra metallica intus vacua secluso per intellectum omni corpore incluso levitante, dum immergitur aquæ, occupat locum non tantùm æqualem moli metalli, sed etiam toti Sphæræ. Ponamus totum metallum pendere unam libram, potest illa libra metalli ita tenuari, ut ex ea fiat globus cujuscumque magnitudinis; ergo qui sit æqualis in mole duabus libris aquæ, atque adeo qui in aqua occupet locum duarum librarum aquæ; ergo (*per sextam hujus*) sustentabitur, secluso per intellectum omni aëre.

COROLLARIUM I.

Ex quibus vides rationem, quare naves tot mercibus onustæ, tot tormentis bellicis, & sæpe plumbo; non tamen mergantur, licèt hæc pondera seorsim sumpta, in specie sint graviora, quam aqua, quia aggregatum ex his omnibus ponderibus, navi, & aëre incluso, est in specie levius aqua. Hoc est majorem habent extensionem, quàm aqua ipsis æquiponderans. In quo licet figura in se præcisè nihil conferat, multùm tamen facit, eò quòd multum spatium intra comprehendat; unde fit, ut cum majori aquæ mole comparari debeat. Nam si omnes navis asserculi complicarentur, adjungereturque cætera pondera, haud dubiè mergerentur, sed adjungitur præterea aër, qui intra aquam simul cum navigio descendit, quare illius ratio haberi debet.

Vides item quare conquassatæ naves merganror; quia nempe loco aëris substituitur aqua; quare aggregatum ex his omnibus minorem locum occupat, quàm aqua ipsis æquiponderans.

Immò etiamsi non frangantur naves, si aliquo casu, aut nautarum incuriâ, impleantur aquâ, merguntur, propter eandem rationem.

Vas ligneum aqua plenum non mergitor totum, sed aqua in eo contenta attollitur supra superficiem alterius aquæ. Quia nempe aggregatum ex ligno, & aquâ est in specie gravitatis minoris, quam aqua,seu occupat minorem locum, quàm aqua ipsi æquiponderans, atque adeò totum mergi non debet.

Propter eandem rationem pondera gravissima subjectis vesicis sustentantur, pontes ex naviculis, ex doliis vacuis construuntur.

COROLLARIUM II.

Eo modo facilè sine ullâ rarefactione novâ,explicare poteris modum, quo aqua in oubem attenuata, ascendit supra aërem, quæ ante illam attenuationem infra aërem descendebat. Et primò quidem facilè intelligitur quomodo fieri possit, positâ verâ rarefactione, ut ascendat; nam aqua in statu connaturali, minorem locum occupat; quàm aër ipsi æquiponderans, aut quod idem est, aër quoad molem æqualis aquæ, minus pondetat quàm aqua; quare secundum regulam priùs positam aqua prævalet. Nam aqua descendente virtualiter ascendit tantùm moles aëris ipsi æqualis, quam aqua utpote gravior superat, & vincit.

cit. Dum verò aqua incaluit majoremque locum occupavit, quàm aër ipsi æqualis pondere, tunc aër vicissim superabit aquam atque is modus communis est.

Alius verò modus nullam admittens veram rarefactionem, aut condensationem, nisi admixtionem alterius materiæ, necessariò admittere debet dari corpora alia aliis graviora, aut leviora, ita ignis levior est aëre, aër aquâ, aqua quam terra. Quare dum calefiit aqua, ejusque partes distrahuntur ab invicem, ex qua attenuatione adhuc gravitatem non mutant, sed cuilibet particulæ aquæ, annectitur aliqua ignis particula, unde fit ut aggregatum ex particulis ignis, & aquæ, fiat in specie gravitatis minoris, quam aër, & prævaleat aër, sursumque illud aggregatum extrudat, licèt solam aquæ particulam extrudere non posset.

Dices. Si aër extrudere non potest particulam aquæ solam, non poterit etiam extrudere, aggregatum ex aqua, & igne, quod enim non potest sustentare partem, non poterit sustentare totum.

Respondeo. Illud argumentum fieri posse de quocumque pondere cui vesica adjungitur. Sit enim plumbum quod ab aquâ sustentari non poterit, si adjungatur ligno, utrumque ab aqua sustentabitur, ut experientia constat. Ad utrumque igitur exemplum respondeo, concedendo quod si aër non possit aquam sursum extrudere, idem aër manens in eâdem dispositione ad motum, non possit aggregatum illud ex aquâ, & igne sursum pellere, negando tamen esse eundem aërem, aut in eâdem dispositione ad motum. Nam dum ascendit aggregatum illud, descendit moles æqualis aëris, dum verò extrudenda erat sola aquæ particula, descendebat pariter aër ipsi quoad molem æqualis. Supponitur autem moles aëris æqualis aquæ, minùs gravis, quam aqua, & moles aëris æqualis in magnitudine aggregato ex igne, & aqua illo gravior.

Sæpè ligna diu madefacta merguntur, licèt antea supernatarent, quia sæpe fit ut præcisè materia ligni sit gravitatis majoris quàm aqua; ob frequentissimos tamen poros, fit amplior, immò includit multùm aëris. Quare aggregatum ex ligno, & aëre levius est aquâ, ejecto tamen aëre admisâque in locum eius aquâ, fit aggregatum gravius aquâ, quod ab eâ sustentari non potest.

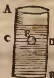
Glacies non est densior aquâ, sed rarior, unde supernatat aquæ. Immò immiscetur multus aër, aut vapor intra aquam, ut fiat glacies, qui vapor vicem habet coaguli: internoscimus autem hunc vaporem permisceri, ex frequentibus bullis, quas in ea notare licet. Unde quoties franguntur vasa, ex aquæ in glaciem concretione, non franguntur, quod eorum latera intus attrahantur ab aquâ, in minorem locum contracta, sed verè dum prima aquæ superficies est congelata, tanta vi admiscentur vapores, ut aquam amplificent, unde perrumpuntur vasa. Quod experientia ita notum est, ut nullus testatari possit.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Idem corpus, modò aqua supernatat, modò mergitur.

Jucundum sane spectaculum, iisque qui rationem ignorant, prorsus mirabile, da quo jam diximua aliquid. Sit igitur major phiala AB, plena



aqua, immo illius collo annectatur vesica piscis, quæ aut sit plena aqua, aut aëre, intra phialam AB, sint aliæ ampullæ minores apertæ semiplenæ aquâ, ore inverso, quæ ferè sint in æquilibrio cum aqua. Poterunt autem ita ad æqualitatem cum aquæ gravitate revocari, ut comprimendo tantisper vesicam, descendant una post aliam, cessante autem tali compressione ascendant, & ita quotiescumque libuerit, eas coges ad ascensum. Quæritur autem ratio hujus experimenti.

Respondeo ampullulas intra majorem phialam contentas, ex suppositione esse semiplenas aqua, & semiplenas aëre, qui aër patiens est compressionis; antequam ergo comprimatur vesica, aggregatum ex ampullula & aëre contento, majorem locum occupat, quam aqua ipsi æquiponderans, quare supernatat ampullula. Dum autem comprimitur vesica, & consequenter aqua, quæ cum sit pressionis impatiens, comprimit aërem in ampullulis contentum, eumque in locum angustiorem coarctat, ex quo fit ut aggregatum ex vitro & aëre incluso minorem locum occupet, quàm aqua ipsi æquiponderans; quare (*per 6. hujus*) mergi debet. Vel quod idem est major copia aquæ subit ampullulas easque graviores reddit.

Artificibus autem relinquo modum ita comprimendi vesicam, ut à spectatoribus hæc compressio non advertatur, vesica etenim compressa aquam in fialam refundet, dilatata resorbebit. Debent autem ampullulæ esse diversi coloris, & etiam paulò diversæ gravitatis specificæ.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Naviculam construere, quæ ad libitum aut magis, aut minus mergatur, immò nonnunquam tota sub aquis lateat.

Exhibitum fuit à viginti circiter annis, Lugduni supra Ararim incundissimum spectaculum. Navicula fuit coriacea undique tecta, unius tantum hominis capax, medio corpore è navicula

extantis, & duobus discis, tanquam remis eam impellentis. Id autem quod mirum omnibus accidit, modò magis, modò minùs navicula mergebatur, ita ut nonnunquam tota ferè extaret, aliquando ferè tota intra aquas lateret. Quæritur autem modus.

Respondeo Potuisse id fieri, quod duo quasi tabulata, vel pedibus vel quacumque alia ratione, ad invicem admoveri, atque adeo aër inclusus comprimi, & tunc totum aggregatum ex corio, homine, & aëre fiebat molis minoris, & consequenter gravitatis specie majoris; quare magis deprimi debuit, & mergi, dilatato autem aëre incluso reddebatur major moles totius aggregati, atque adeò minùs proportionaliter mergi debuit. Vel potuerunt folles includi intra naviculam, quibus aut ejiceretur, aut intromitteretur aër.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Termometrum construere.

Propositione 17. vidimus ampullulas, intra majorem phialam inclusas, modò descendere, modò emergere, prout in angustiorem locum, coarctatur aër in iis inclusus. Sint ergo quamplurimæ ampullulæ, quæ ferè cum aqua consistant in æquilibrio, hoc est tantùm non mergantur, certum est quod ingruente frigore constringetur aër intra ampullulas contentus, in cujus locum aqua succedet, atque adeò idem præstabit frigus, quod facit compressio aquæ.

Quare si sint plorimæ hujusmodi ampullulæ non omnino æquales in gravitate sed quasi gradatim differentes, quæ erit majoris gravitatis primo frigore descendet, exinde sequens, & ita deinceps; remittente autem frigore, ascendent contrario ordine, unde ex numero ampullularum demersarum, aut supra aquas extantium, vis frigoris nota fiet.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Quomodo intelligatur navium magnitudo quàm per dolia metimur.

Commune est apud nautas, ut dicatur navis centum, ducentorum, mille doliorum, quod communiter à nonnullis accipitur, quasi navis moderatè onusta, centum, ducenta, aut mille dolia vehere possit.

Licèt ille sensus non sit absurdus, possunt tamen eædem voces pari sensum paulò doctiorem, nempe cum (*ex propositione sexta hujus*) omne corpus grave ita mergatur in aquam, donec in ea locum occuper aquæ ipsi æquiponderantis: illud navigium centum doliorum erit, quod mediocriter onustum, in aqua locum occupat illius aquæ, quæ sufficeret ad implenda centum dolia. Unde concludimus totam navim simul cum imposito onere æqualem esse in gravitate, centum doliis aquæ: est autem pondus ut volunt nonnulli bis mille librarum.

Unde qui unius dolij magnitudinem, & pondus tenuerit, facilè poterit ex immersione navis, & ejus item magnitudine totum ejus pondus assignare. Non deerit tamen difficultas, eò quòd navium carinæ irregularem aliquam figuram habeant.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Cognito navis aut cuiuscumque solidi pondere, determinare quantum in aqua mergatur.

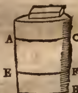
Hæc propositio est conversa superioris. Supponatur enim pondus alicujus naviculæ cum suo onere esse mille librarum. Ponamus autem pedem cubicum aquæ esse duarum librarum, igitur navigium descendet in aqua, donec occupet in ea locum quingentorum pedum cubicorum. Quare in ipso navigio assignandi sunt quingenti pedes cubici, quod ex figura maximè pendet.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Eadem virtus requiritur ad sustentandam aquam in aëre, quæ necessaria est ad vas aliquod vacuum, eiusdem aquæ capax in aquam immergendum.

Sit vas quodcumque quod primò vacuum in aëre sustentur, impleatur aqua, major vis adhibenda erit, ut sustineatur. Dico eam vim additam, æqualem esse, illi quæ necessaria est, ut vas plenum aëre in aquam tantum demergatur, quantùm plenum aqua mergeretur, modo plenum aqua supernatet.



Sit vas AB, quod plenum aqua demergatur usque ad lineam AC, vacuum verò demergatur usque ad lineam EF; dico dum vacuum erit, tantam virtutem requiri, ut protrudatur in aquam usque ad lineam AC, quanta necessaria est, ut sustentur tota aqua vasis in aëre.

Demonstratio. Virtus quæ requiritur ad sustentandam aquam æqualis est ponderi illius aquæ, ponamus esse 100 libras: sed pondus æquale 100 libris, tantumdem merget vas illud, ac centum libræ aquæ. Ponatur enim vas pendere 10 libras, dum vas plenum aqua demersum erit usque ad lineam AC, sequitur vas illud

tunc

tunc occupare locum aquæ pendentis centum, & decem libras; sed substituto pro aqua, pondere quocumque 100 librarum, aut virtute illi æquivalente, idem vas occupare debet locum centum, & decem librarum aquæ. Ergo eadem virtus requiritur ad demergendum usque ad lineam AC, quæ necessaria erat ad eamdem aquam in aëre sustentandam. Quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Demersas naves extrahere.

Hunc modum demersas naves è fundo attollendi affert in medium Cardanus. Sit igitur demersa navis, cui annectatur multiplex funis. Hi funes annectantur duobus aliis navigiis si possit fieri æqualibus demerso, aut pluribus minoribus, oneretur unum navigium, ejusque funis ergatis aliisque machinis quantum fieri potest adducatur, & tendatur; tum exoneretur. Dico navim exoneratam, elevaturam aliquantisper navim demersam: licet enim navis demersa seorsim sumpta gravior sit in specie, quàm aqua, aggregatum tamen ex navigio vacuo, & ex navigio demerso erit levius aqua. Quia autem alia navis, utpote onusta magis mergitur, quàm antea, laxus erit funis, quare adduci debet quantum fieri potest, & exonerari, & hoc alternatim fiat; sic tandem attolletur navigium usque ad superficiem aquæ.

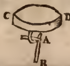
PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Cur aqua profundiores bolide explorari non possint.

Mirantur nonnulli in certis Oceani partibus, tantam ut arbitrantur esse profunditatem, ut demissis quibuslibet funibus omnino explorari non possit. Dico ergo sæpè non esse tantam profunditatem quantam existimant. Nam si funis est in specie levior aquâ, tamdiu descendet bolis, quamdiu aggregatum ex fune, & bolide erit in specie gravius aqua. Ubi verò aggregatum illud propter adjectum longiorem funem, fuerit in specie levius aqua, tunc sustentabitur bolis, & funis aut supernatabit, aut non rectà descendet, & hæc ratio optima est, posito quod funes nautici sint in specie leviores aquâ. Si verò ut nonnulli existimant funes nautici sint in specie graviores aquâ, ad aliam rationem recurrendum est. Certum igitur funes nauticos licet graviores aquâ non multùm tamen illa graviores esse; quandiu autem bolis ad gravitatem funis habet certam proportionem, aggregati gravitas specifica longo superat intervallo gravitatem aquæ, quando verò tantus funis demissus est, ut bolis ad illum notabilem proportionem non habet, tunc aggregati specifica gravitas non multùm superat gravitatem aquæ, atque adeò bolis non trahit funem directè; sed obliquè in vorticea abire permittit, immò sæpe ab aquæ vorticibus abripi. Ex quo oritur hallucinatio non modica, cujus ratio est hæc, quam dixi, nempe quod non satis vehementer trahatur funis, ob immodicam bolidem respectu funis demissi, ex quo fit ut licèt bolis fundo innitatur, vix advertatur, cessare bolidis tractio.

Quærunt nonnulli methodum facillimam aquarum profunditatem sine funibus explorandi, & ad hunc finem duo corpora simul jungunt; nempe plumbum adjungunt suberi, ita tamen ut ipso fundi contactu separentur, ut figura satis exprimit,



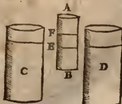
in qua AB est plumbum ad modum Gnomonis in superiori parte efformatum adhærens unco, suber autem est CD. Quod ubi à plombo separatum fuerit enatat, & ad aquæ superficiem evolat, ex tempore autem quod insumitur, tàm in descensu aggregati ex subere & plumbo, quàm in ascensu suberis potest judicium ferri de aquarum profunditate. Sed ad hoc perficiendum multa sunt observanda.

Et primò quidem observandum esset tempus quod insumit plumbum in descensu, immò quam proportionem observet, an acceleretur ejus motus, an secundum seriem numerorum imparium, an ad æquabilitatem aliquando perveniat. Pariter considerandus esset ascensus suberis, an pariter acceleretur, & ita tot sunt circumstantiæ, ut nisi multæ præcessérint experientiæ nihil in hac materia certi, constitui posse existimem: major enim diversitas in descensu diversorum gravium, in aqua quàm in aëre animadvertitur, nam globulus argillaceus siccus, tres tantum pedes quinque secundis minutis perficit, globus plumbeus 50 spatio unius minuti absolvit.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

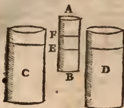
In humidis diversis, partes ejusdem corporis solidi levioris demersa, se habent reciprocè ut gravitates specifica humidorum.



Sit corpus solidum AB, quod in humido C, demergatur usque ad lineam E, in humido

 autem

autem D, deſcendat uſque ad lineam F, dico ita eſſe gravitatem ſpecificam humidi C ad gravitatem ſpecificam humidi D, ut pars BF, ad partem BE.



Demonſtratio. Gravitas ſpecifica humidorum, poſito eodem pondere ſe habet reciprocè ut extenſio, ſeu moles & magnitudo: ſed pars humidi C, æquiponderans ſolido AB, æqualis eſt parti EB, (*per 6. hujus*) & pars humidi D, æquiponderans eidem ſolido AB, æqualis eſt in mole parti FB: ergo gravitas ſpecifica humidi C ad gravitatem ſpecificam humidi D, ſe habet ut pars FB, ad partem EB. Poſui autem reciprocè, quia pars demerſa FB, pertinet ad humidum D, & pars demerſa EB ad humidum C.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Explorare an aqua una, aliâ ſit levior, & magis aut minus ſaturata ſale.

Sit quodcumque corpus aquâ levius, quod in utramque aquam demittatur, ea in qua magis demergetur levior erit.

Hoc artificio utuntur, qui in Germania ſal efficiunt, ſunt enim nonnullæ fodinæ, ex ſale. Duobus autem modis, debet ſal ſuis purgari fæcibus, vel enim lapis, & terra mixta ſale in aquam injicitur, tunc fæces fundum petunt, & aqua ſale ſaturatur, vel in iis fodinis excavantur foſſæ, quæ aqua implentur, aqua autem undique ſal à rupibus attrahit; & debet eo ſale ſaturari, uſque ad certum terminum & gradum, ſive inutile ſit ulteriùs ſal adhiberi, cum illud ulteriùs non admittat. Explorant autem illum gradum ope cylindri cujuſcumque, aut lignei, aut metallici intus tamen cavi, ut ſupernaret, qui ſi ſemel immittatur in aquam, quam conſtet eſſe ſaturatam ſale quantùm ſat eſt, noteturque quantum ſupernatet, & emineat, ea aqua non ſatis erit ſaturata ſale in qua magis mergetur; ea verò plus ſalis continebit, quàm par ſit, in qua minùs mergetur. Quare affundendo aquam dulcem, donec aqua ad notam in cylindro ſactam perveniat; habebitur juſta menſura, & gradus quo ſale ſaturari debet aqua, ut facillimè & cum lucro poſſit excoqui.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Quantum ſalis contineat qualibet aqua, inveſtigare.

Primò paretur inſtrumentum, ad modum phialæ oblongo collo; poterit eſſe metallicum, ex bractcola ſatis tenui, ut totum in aqua pura non mergatur. Hoc inſtrumentum pones in æquilibrio cum aqua pura, in qua certum ſit nihil ſalis contineri, quod ita præſtabis. Annulo B, pondus appendes, vel injicies tot pondera in ampullam C, ut ſula inſtrumenti extremitas AD emineat. Tunc erit in æquilibrio cum aqua pura, quantùm ſat eſt. Tum in vaſe ſeorſum aquam puram affundes quantum volueris, inſtrumentumque impones, quod ut diximus mergetur uſque ad lineam D. Totius aquæ pondus diligenter expende. Sit verbi gratiâ 4 librarum, ſeu unciarum 64; divide ulterius uncias in drachmas & ſcrupulos. Sint igitur ſcrupuli 1200. divide hunc numerum primo per 99. quotiens erit 12 $\frac{1}{9}$. Sume ſalis puriſſimi benè exſiccati & benè contuſi ſcrupulos 12 $\frac{1}{9}$, & injice in aquam, & permitte ut diſſolvatur, aqua erit denſior, atque adeo inſtrumentum emerget: ponamus emergere uſque ad E, notetur circulus E. Dico in omni aqua, quæ in centum libris aquæ unam ſalis continebit, inſtrumentum immergendum uſque ad punctum E. Quia in hac aqua, quæ continet partes nonaginta novem aquæ, & unam ſalis, ad hanc tantum notam demergitur: ergo & in omni aquâ, ſimili modo ſale ſaturatâ idem eveniet. Secundò idem numerus ſcrupulorum 1200 dividatur in partes 98, quotiens erit 12 $\frac{24}{98}$. Duplica hunc numerum, quia ea 98, ut perficias centum, debent eſſe duæ partes nonageſimæ octavæ: fientque 24 $\frac{48}{98}$ ex quibus ſi auferas 12 $\frac{1}{9}$, pondus ſalis quod jam in aquam diſſolviſti erunt ſcrupuli 12 $\frac{3}{9}$, ferè, addendi; quibus in aquam injectis, & diſſolutis, aſcendet inſtrumentum uſque ad F; hæc erit nota ad quam demergetur inſtrumentum, in aqua continente duas libras ſalis in centum aquæ. Et ita divides eundem numerum, pondus aquæ exhibentem per 97. 96. 90. 80. &c. adjectis ex ſale partibus reliquis ad 100; ut in diviſione per 97, triplicetur quotiens, ut ſciatur quantum ſalis immiſcendum ſit, & ita deinceps.



Uſus autem facilis erit, ſi notæ in collo exaratæ ſuis cyphris inſtruantur, cum enim aqua ſalſa offeretur,

offeretur, injecto in eam instrumento, nota ad quam demergetur, indicabit quot in ea sint libræ salis in singulis centenis libris.

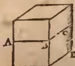
Si verò accidat ut omnes notæ in collo existere non possint, aut instrumentum ita emergat, ut perpendiculariter stare non possit, tunc auferenda aliqua pondera, & fiat alia series notarum, & cyphrarum, ita ut verbi gratiâ decem primæ intelligantur adjectis ponderibus esse utiles; aliæ verò decem sine ponderibus assumendæ sint. Hoc instrumentum utilissimum esse potest.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Invenire gravitatem aquæ.

Sit proposita aqua, quæritur autem pondus pedis cubici illius aquæ. Sit corpus quodcumque parallelepipedum, cujus exactè sciatur pondus in aëre; sit verbi gratiâ duarum librarum, immergatur aquæ, noteturque quantùm demergatur, verbi gratia usque ad notam ABC; igitur



aqua in mole æqualis parti AD, æquiponderat duabus libris. Quare partis AD magnitudo exquiratur, multiplicando AB per BC, & productum iterum multiplicando per CD, ut diximus in Geometriâ practica. Ut si AB sit duorum digitorum, BC trium, & CD quatuor, pars AD erit 24 digitorum cubicorum: in pede autem cubico sunt digiti cubici 1728. Quare dices si 24 digiti cubici dant uncias duas, quot dabunt digiti 1728, & invenio uncias 144, seu libras 9.

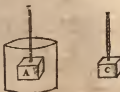
Demonstratio. Clara est (*per 6. huius*) in qua ostendi corpus in humido occupare locum humidi, sibi æquiponderantis.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Corpus in aqua levius est quàm in aëre, pondere aquæ, sibi in mole æqualis.

Sit corpus A, pendens in aëre 4 libras, sitque idem corpus quoad molem æquale uni libræ aquæ. Dico corpus A amittere unam libram de suo pondere. Hoc est, si examinetur ejus pondus statera brachiorum æqualium, & in altero brachio in aëre existente appendatur corpus trium tantùm librarum; assero inquam corpus A, in aquam demersum, licet, sit 4 librarum in se, fore in æquilibrio cum corpore C, triom librarum existente in aëre. Seu quod idem est, in sustentando corpore A, aut extrahendo usque ad superficiem aquæ, non requiritur tanta virtus, quanta necessaria est, ad illud in aere sustinendum. Ratio est quia adjuvat aqua, & illud ex parte sustinet.



Demonstratio. Si loco corporis A substitueretur aqua, ex suppositione esset una libra aquæ, hæc sustentaretur à reliqua aqua; ergo reliqua aqua habet vim sustentandi unam libram sub mole A existentem. Sed virtuti aquæ additur corpus C, quod poteos est sustentare tres libras; ergo ex aqua, & corpore C, fit unum totale agens, potens sustentare corpus A. Ergo corpus A, quatuor librarum, sustentabitur in aqua à corpore C, trium librarum, & hoc vocamus amittere in aqua unam libram de suo pondere. Ergo corpus in aquâ, levius est, quàm in aëre, pondere aquæ sibi in mole æquiponderantis.

COROLLARIUM I.

Corpus quod in specie æquè grave est, ac aqua, totum suum pondus amittit in aqua, in eo semper sensu in quo diximus, nempe ita ab aqua sustinetur, ut non sit opus alio sustentante. Nam verè est in æquilibrio cum aqua; ergo non est opus alio sustentante.

COROLLARIUM II.

Corpus levius aquâ si mergatur donec occupet locum aquæ sibi æquiponderantis, totum amittit suum pondus; si verò totum mergatur non tantum amittit totam suam gravitatem; sed etiam levitatem acquirit, hoc est expellitur sursum, ita ut indigeat aliquo deorsum impellente, ut imbibeatur ejus ascensus.

COROLLARIUM III.

Hæ omnes propositiones non sunt intelligendæ quasi re vera pondera aliquid de sua gravitate deperderent; sed tantùm in sensu explicato; istæ enim propositiones occasionem dederunt Philosophis asserendi aquam in aquam non gravitare, neque corpora minùs gravia in graviora. Licèt ex his principiis id magis evincì non possit, quam duo pondera in duabus stateræ lancibus posita in se invicem non gravitare. Cum ergo asserimus corpus amittere aliquid de suo pondere, dum in aquam demergitur, idem est ac si dicerem corpus uni stateræ lanci impositum, tantùm amittere de suo pondere, quantum est pondus quod in oppositâ lance ponitur, respectu nostri.

PROPO

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Propoſito corpore, quod ſit gravius aquâ; aſſignare pondus aquæ ipſi æqualis in mole.

Corporis propoſiti pondus primò explora ſtaterâ communi in aëre, tum filo in aquam demittatur, exploreturque eius pondus in aqua: debet autem lanx oppoſita eſſe in aëre. Dico differentiam inter pondus illius in aëre exiſtentis,& pondus ejuſdem in aquam demerſi,eſſe æqualem aquæ ipſi in mole æquali.

Demonſtratio. (*Per præcedentem*) omne corpus aquâ gravius, tantum amittit de ſuo poodere, quantum eſt pondus aquæ ſibi æquiponderantis.

COROLLARIUM I.

Hoc modo facilè cognoſces pondus digiti cubici cujuſcumque liquoris. Si enim habeas digitum cubicum ex metallo quocumque, cujus pondus in aëre diligenter explores,tum ejuſdem pondus in diverſis liquoribus expendas, differentiæ in ſingulis liquoribus, exhibebunt poodus digitorum cubicorum.

COROLLARIUM II.

Hâc pariter praxi habebis omnium liquorum gravitatem ſpecificam. Nam poſitâ eâdem magnitudine, nempe digiti cubici, gravitates ſpecificæ ſe habeot, ùt pondera.

COROLLARIUM III.

Ex eo conficere poteris tabulas gravitatum omnium liquorum, ut eas compoſuit Ghetaldus.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Ut pondus corporis ſolidi in aëre exiſtentis ad id quod amittit in humido, ita gravitas ſpecifica ejuſdem ad gravitatem ſpecificam liquidi.

Sit in præcedenti figura corpus A, quatuor librarum, quod in aqua deperdat de ſuo pondere unam libram; dico gravitatem ſpecificam corporis A, ad gravitatem ſpecificam aquæ; ſe habere ut 4 ad 1, ſeu eſſe quadruplam gravitatis ſpecificæ aquæ.

Demonſtratio. Poſitâ eâdem extenſione, ſeu magnitudine, gravitates ſpecificæ ſe habent, ut pondera, ſed pondus corporis A eſt quatuor, pondus aquæ cujus locum occupat, & conſequenter quæ ipſi æqualis eſt in mole (*per* 29.*hujus*) eſt æqualis ponderis, cum illo qood deperditur, dum aquæ immergitur; igitur ut ſe habet pondus corporis A in aëre, ad id quod in aqua deperditur, ita ſe habet gravitas ſpecifica corporis A ad gravitatem ſpecificam aquæ. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Ex hac propoſitione primò habere poteris gravitatem ſpecificam omnium liquidorum. Si enim, pe verbi gratiâ corporis aurei explores gravitatem in aëre, tum in pluribus liquidis, diminutio erit gravitas ſpecifica auri reſpectu liquidorum, atque adeò notæ fient gravitates ſpecificæ liquidorum inter ſe comparatæ. Pariter ſi in eodem liquido plurima corpora ſpecie diverſa examines; cognoſcetur ratio gravitatum illorum corporum, cum gravitate ſpecifica illius humidi, & conſequenter quam inter ſe rationem habeant.

Metalla & corpora mole æqualia ſequentem obſervant inter ſe proportionem, nempe ſumamus molem centum librarum auri pro prima menſura,

Auri libræ	100
Sub eâdem mole.	
Mercurij libræ	$71\frac{1}{2}$
Plumbi	$60\frac{1}{2}$
Argenti	$54\frac{1}{7}$
Æris *Cuivre*	$47\frac{1}{3}$
Æris Cyprii *Leton*	45
Ferri	42
Stanni communis	39
Stanni puri	$38\frac{1}{4}$
Magnetis	26
Marmoris	21
Lapidis	14
Chriſtalli	$12\frac{1}{3}$
Aquæ	$5\frac{1}{3}$
Vini	$5\frac{1}{4}$
Ceræ	5
Olei	$4\frac{1}{4}$

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Aliter inveſtigare, quantùm aqua ſalis contineat.

Primò cognoſcenda eſt ratio quam habeat gravitas ſpecifica aquæ puræ, ad ſal; hanc autem pluribus modis inveſtigare poteris. Primò ſi Staterâ vaſis aquâ pleni gravitatem examines, tum ejuſdem vaſis pleni ſale bene contuſo pondus expendas, detracto pondere vaſis ſcies utriuſque gravitatem ſpecificam.

Secundus modus erit ſi granum ſalis ſatis magnum habeas, cujus pondus in aëre explorabis,ſuſpenſique & in aquam demerſi pariter gravitatem expendes, in quo feſtinandum erit, ne detur diſſolutioni tempus ſufficiens, id quod amittet de ſuo pondere, erit æquale ponderi aquæ ipſi æquiponderantis. Ponamus gravitates ſpecificas aquæ, & ſalis eſſe ut 20 ad 19.

Aquam ſalſam cujus ſalſedo in quæſtionem venit, ita comparabis cum aqua pura, ut pariter ſcias quam rationem habeant gravitates ſpecificæ. Vel enim inſtrumento ſupra deſcripto ita operaberis; inſtrumenti totam gravitatem bilancibus in aëre explora, tum illud in aquam puram immerge, ita tamen ut aliqua ſui parte emineat, illud in aqua ſalſa conſtitue, eique adde pondus donec tantundem præcisè mergatur, & rurſus totius inſtrumenti, & ſimul corporis adjecti pondus explora; ut ſe habent hujuſmodi pondera ita ſe habent gravitates ſpecificæ. Suppono autem inſtrumentum vacuum eſſe, ut adjectum pondus injici poſſit nec majorem molem faciat.

Demonſtratio clara eſt, nam in utroque caſu in

instrumentum occupat locum aquæ sibi æquiponderantis (*per 6. hujus*) cum autem sit eadem moles instrumenti, erit etiam eadem moles aquæ utriusque, quare aquarum gravitates specificæ se habent, ut pondera earum, & consequenter ut pondera instrumenti.

Alius modus erit si cujuscumque corporis aquâ gravioris pondus in aëre expendas, tum in utraque aqua; nam id quod deperdetur de pondere, æquale erit ponderi aquæ. Cognoscitur igitur habitudo gravitatis specificæ utriusque aquæ, nempe aquæ puræ, & aquæ salsæ explorandæ.

Ponantur ergo se habere gravitates specificæ aquarum ut 30 ad 29, se habebant autem gravitates specificæ aquæ puræ, & salis ut 19 ad 20, ut autem ad similes numeros revocentur, fiat ut 19 ad 20, ita 29 ad aliud eritque $30\frac{1}{2}$, ut vitentur fractiones isti numeri 29, 30, $30\frac{1}{2}$, revocentur ad majores, nempe duplicentur, eruntque 58, 60, 61. Nempe sub eadem mole; aqua pura habet pondus librarum 58, aqua salsa proposita habet 60, & sal purum 61; quæritur quantum salis aquæ puræ admisceendum sit, ut fiat temperatura, illa media, ut sub eâdem mole fiat pondus librarum sexaginta, in quo vides esse regulam alligationis. Si nempe pretium rei in pondus mutetur, eritque quasi pretium medium numerus 60, quem excedit unitate numerus 61, & ab eo deficit binario numerus 68. Sunt igitur differentiæ, unitas differentia salis, & a differentia aquæ, ponantur alternatim duæ libræ salis, & una aquæ, ut jubet regula alligationis. Dico factum esse quod desideratur, hoc est in ea aqua salsa esse duas tertias partes salis.

Demonstratio. Optima erit mixtio si sub eâdem mole sub qua essent tres libræ mediæ illius aquæ, ponerentur tres libræ materiæ mixtæ. Sed id accidit, nam posito eodem pondere, gravitates specificæ reciprocè se habent, ut extensiones. Ponamus ergo unam libram aquæ puræ extensam esse digitis cubicis 61, libra salis extensa erit digitis cubicis 58, & libra aquæ salsæ 59, quare tres libræ aquæ salsæ efficiunt 177 digitos cubicos, duæ libræ salis 116, una libra aquæ 61, 61 autem & 116 pariter efficiunt 177. Quare per admixtionem salis priùs descriptam, cum aqua dulci, facta esset aqua salsa ejusdem gravitatis, cum aqua salsa proposita, ergo utraque tantundem salis continet. Quod erat demonstrandum.

Ulterior & exactior demonstratio hujus propositionis pendet ex demonstratione regulæ alligationis.

PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

De corona Archimedis, seu examinare aurum Hydrostaticè.

Propositum olim fuit Archimedi problema solvendum, nempe examinandi an corona aurea prorsus esset, an verò aliquid argenti admixtum haberet. Accidit autem dum modum solvendi problematis mente volveret, ut balneum lavandi causâ ingrederetur, & aquam ejiceret, & ex aquæ ejectione modum solvendi problematis inveniret. Quo inopinato casu ita exhilaratus est, ut nudus per urbem discurrisse & celebre illud *εὕρηκα* inclamasse dicatur.

Certum est igitur gravitatem specificam auri majorem esse gravitate specifica argenti, atque adeò sub eodem pondere, minorem esse auri quàm argenti molem. Inquirenda primùm fuit quænam gravitatum specificarum esset ratio. Quare assumptam massam auream æqualis cum corona ponderis, in vas aquâ plenissimum immersit; & libram unam aquæ ejicere deprehendit. Tum coronam ejus loco in idem vas demisit, invenitque præter libram aquæ jam ejectam, ejici præterea libræ quadrantem. Ex quo jam licuit concludere fraudem inesse aliquam, seu coronam non esse ejusdem gravitatis specificæ cum auro. Quare posito eodem pondere, gravitates sunt ut moles reciproce: moles autem sunt ut 4, 5, 6. Unde per regulam trium, si moles media fiat, pretium medium nempe, cum differentiæ sint æquales, tantum in pondere ex auro, quantum ex argento sumendum erit. Ponantur ergo 9 libræ argenti, quæ dimidiam libram aquæ ejicient, & 9 argenti quæ tres quadrantes, ejicienturque quinque quadrantes aquæ, ut erat propositum.

Vel per simplicem regulam trium idem habebis. Octodecim libræ argenti supra libram aquæ ab auro ejectam, ejiciunt prærerea dimidiam libram, quare quadrans libræ aquæ ejicietur à 9 libris argenti.

Alio modo idem exequi poteris, si nempe habeas duas massas, unam argenteam, aliam auream, æquales quoad molem ipsi coronæ quod ope aquæ habere poteris: nam si primò coronam immergas vasi aquâ pleno, extractâque corona, tot nummos aureos injicias, donec aqua ad eandem altitudinem elevetur, habebis molem auream æqualem argento, idem præstabis circa nummos argenteos. Expende pondus massæ aureæ, & argenteæ; si corona sit ex auro puro, pondus ejus æquale erit ponderi nummorum aureorum. Ponamus pondus ejus esse minus, atque adeò pondus nummorum aureorum esse viginti librarum, coronæ octodecim, & nummorum argenteorum 14, per regulam alligationis, differentia aureorum nummorum à pondere medio, nempe librarum octodecim, erit duarum librarum, & nummorum aureorum 4. Reciprocè, ponantur 4 libræ auri, & 2 argenti, hoc est 12 auri, & 6 argenti, si enim viginti libræ auri æquales sunt in mole octodecim libris coronæ, 12 ejusdem auri æquales erunt libris $10\frac{1}{4}$, pariter si 14 libræ argenti æquales sunt in mole octodecim libris coronæ, 6 libræ argenti æquales 7 libris cum $\frac{5}{7}$. Est tamen differentia aliqua, fit enim ex eâ mixtione paulò major moles quam debuerat, eò quòd hæc proportio nempe 4 partes auri, & duæ argenti debuerant esse in mole non in pondere.

Vel alio modo ex eâdem hypothesi si corona tota aurea fuisset, ejus pondus superaret pondus argenti æqualia in mole 6 libris, sed superat tantùm quatuor. Unde dices si 6 libræ excessûs, dant 20 libras, 4 dabunt tantum $13\frac{1}{3}$ atque adeò reliquæ libræ $4\frac{2}{3}$ erunt argenteæ. Expendamus an calculus bene processerit. Si 20 libræ auri æquales sunt in mole octodecim libris coronæ; 13 libræ cum triente, æquales erunt libris 12 cum triente proximè. Pariter si 14 libræ argenti æquales sunt octodecim coronæ, 4 cum $\frac{2}{3}$ æquales erunt 6, videtur abundare triens.

Tertius modus erit si coronam in aëre, & in

aqua examinemus, habebitur pondus aquæ ipsi in mole æqualis, ex quo facilè per primam methodum solves hoc problema.

Quotiescumque tria metalla simul miscentur, licèt habeatur gravitas specifica eorum, item gravitas specifica massæ ex iis compositæ, nihil tamen ex iis confici potest. Ratio est quia fieri potest ut diversimodè misceantur; eadem tamen exurgat massa, hoc est eandem molem & idem pondus habeat.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Adulteratam monetam, item auri qualitatem hydrostaticè cognoscere.

Prima bujus propositionis pars, fine ullo calculo facillimè solvitur; sunt qui ut adulteratam monetam cognoscant, lydium adhibent lapidem. Puto tamen hydrostaticè id nullo negotio peragi posse.

Si enim nummus verbi gratia aureus de cujus bonitate constat, primò examinetur in aëre, tum tenui filo suspendatur in aqua, ejusque pondus rursus examinetur; scietur quanta ponderis pars deperdatur. Quod si in pluribos ejusdem speciei nummis peragatur, habebimr satis certò, proportio ponderis in aëre, ad pondus reliquum in aqua.

Quare quotiescumque nummus aliquis de cujus bonitate dubium erit, offeretur; si ponderis imminutio in aquâ, eadem proportionaliter fuerit, ejusdem bonitatis erit, si fuerit majus ponderis decrementum; erit minoris bonitatis. Quod quidem in auro verissimum erit, in argenteis verò nummis non item. Cum enim plumbum sit gravius argento, nempe ut 60 ad 54, & æs sit minus grave nempe ut 47; item stannum ut 39, poterunt duo ex his metallis misceri cum argento, ita tamen, ut eadem maneat specifica gravitas.

Secunda ejusdem propositionis pars facilè etiam solvetur; quia certa regula in miscendis cum auro metallis observatur, nempe ut media pars argenti, media æris misceatur; aurum autem purum dicitur 24 partium seu 24 *carat.* Dicitur item aurum 20 partium, quod ex 24 partibus habet viginti aureas, & 4, mixtas ex ære & argento. Quando autem dico æquales esse partes intelligo io pondere, est autem argentum $54\frac{1}{2}$ & æs $47\frac{1}{2}$ quare si misceantur, fit ex iis duobus metallis, aliquid tertium cujus specifica gravitas erit inter $54\frac{1}{2}$ & $47\frac{1}{2}$, nempe 51.

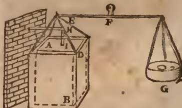
Cum igitur aurum ut vidimus sit 100, & aqua pura $5\frac{1}{2}$ ex 100 partibus ponderis in aëre, aurum amittet $5\frac{1}{2}$, restabuntque $94\frac{1}{2}$, aut potiùs ex novemdecim partibus unam. Massa autem ex argento, & ære, ex quinquaginta partibus quinque amittet, hoc est ex decem partibus unam. Quibus suppositis si offeratur aurum quod ex pondere, quod habet in aëre amittat 16 partem, quæritur quot partium sit illud aurum. Solutio eadem est quæ in Archimedis corona, ideoque ulterius explicanda non est. Scitur enim pondus aquæ æqualis in mole auro, esse decimam nonam partem ponderis ipsius auri, & pondus aquæ æqualis in mole, metallo mixto ex argento, & ære, esse decimam ejus partem ex quibus facilè cætera elicies.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Stateram brachiorum æqualium ita componere, ut una libra aqua, centum libras attollat.

Affigatur parieti corpus æquale centum libris aquæ, ita tamen ut facilè aliquo vase ambiri possit. Vas autem illud ita ambiat, ut relinquatur locus unius libræ aquæ inter latera vasis ambientis & corpus illud. Appendatur vas uni brachio stateræ, alterius verò brachij lanci, tot imponantur pondera ut sint in æquilibrio cum vase. Addantur insuper nonaginta novem libræ, elevabitur vas, adhærebitque corpori incluso, dico si infundatur una libra aquæ, descendet vas, separabiturque à corpore, & elevabit lancem oppositam G simul cum libris centum additis. Tale sit corpus AB, vas ambiens CD, statera EF, lanx opposita G.



Demonstratio. Aqua infusa est in tanto motu, ut in tali dispositione possit sustinere 100 libras; nam si loco corporis solidi AB, substitueretur aqua, hæc ex suppositione 100 libras penderet, sed (*per 5. hujus*) hæc esset in æquilibrio cum aqua infusa: ergo aqua infusa circa corpos AB, potest sustinere 100 libras aquæ: ergo poterit elevare nonaginta novem libras, etiam in statera brachiorum æqualium.

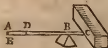
Alio modo idem demonstrari potest corpus AB, quantumcumque grave, suspensum ex HI, in aqua immersum amittit de suo pondere quantum est pondus aquæ ipsi in mole æqualis (*per* 28. *hujus*) sed ex suppositione æquale est 100 libris aquæ: ergo amittit de suo pondere 100 libras. Hoc est, ut 100 libræ sustentantor ab aqua, neque enim aliter deperdere potest de suo pondere, nisi quod non sustentetur amplius à virga HI, sed ab aqua. Sed, quotiescumque aqua sustinet aliquod pondus; & vas sustinet aquam, vas etiam sustinet illud pondus; ergo vas CD premitur à pondere AB, pressione æquivalente 100 libris.

Alio item modo id explicari potest, nempe per



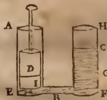
vectem. Sit enim pondus A quod elevetur à pondere C, sitque hypomoclion B; certum est hypomoclion

mochlion B premi preſſione duplici, nempe æquivalente ponderibus A, & C. Sed corpus AB ſuperioris figuræ elevat aquam, eamque ſuſtinet, & vas habet rationem hypomoclii: igitur vas utriuſque impreſſionem patietur. Corpus autem A B aquam circumfuſam elevat, eo modo quo elevaretur, aut ſuſtineretur eadem aqua à 100 libris aquæ: igitur vas CD eodem modo premitur, ac à 100 libris aquæ.

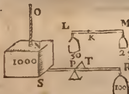


Dices præcipuè contra ſecundum modum explicandi, in quo diximus corpus AB amittere de ſuo pondere 100 libras. Si corpus AB ligneum eſſet, atque adeò non penderet quantum 100 libræ aquæ, falſum eſt quod amitteret 100 libras, cum eas non habeat. Reſpondeo in tali caſu, eodem modo ſuſtentari ab aqua circumfuſâ, ac ſi æquiponderans eſſet cum 100. libris, ita ut niſi obſtaret virga ferrea HI, de facto attolleretur; quare virga rigida HI ſupplet defectum illius ponderis, & ſi flexibilis eſſet fl. cteretur.

Quia hoc Theorema eſt magni momenti, videtur ulteriùs explicandum. Sint duo vaſa communicantia AB, BC in quo ſint 100 libræ aquæ, & in eorum alterum inſeratur embolus D, qui ex vaſe AB expellat totam aquam, eamque in alio vaſe BC ſuſtentet. Ita ut aqua BC, ſit 100 librarum; dico in tali diſpoſitione in fundum EF fieri impreſſionem æquivalentem centum libris. Nam



primò aqua BC verè eſt 100 librarum, & gravitat in fundum BF, per modum 100 librarum; embolus item D facit impreſſionem æqualem gravitationi 100 librarum, utpote quæ ſufficiat ad ſuſtentandas centum libras aquæ, nempe aquam BC; & quandiu in eadem diſpoſitione manebit idem efficiet, & ſublata tota EBF, allevabitur fundum EF, ducentis libris, quia ceſſabit etiam impreſſio D, eò quòd non uniatur fundo EF, ſi reponatur aqua 100 tantum librarum, incipiet de novo impreſſio æquivalens ducentis libris, ſi autem embolus D firmus teneatur in eo ſitu, ſi aqua perveniat in C, ſitque BF centum librarum, embolus D idem præſtat, ac tantumdem aquæ in vaſe AB; nam ad ſuſtentandam quam B C, requiritur tantumdem aquæ in vaſe AB, poſito quod vaſa ſint æqualia. Si verò aqua perveniat tantum in G, embolus tantum ut ita dicam agit, ſecundùm partem D I, quia ad ſuſtentandam aquam BG requiritur ſolum tantumdem aquæ in vaſe AB. Denique ſi aqua perveniret in H, ita ut aqua BH eſſet centum quinquaginta librarum, idem embolus D idem præſtaret ac centum quinquaginta libræ, & ita deinceps: quia id præſtat embolus D quod efficerent centum quinquaginta libræ in vaſe AB, totidem enim requirerentur, in eo vaſe AB, ad ſuſtentandam aquam BH. Si autem ſupponatur vas B C eſſe duplò minus quàm AB, ita ut aqua BG eſſet 25 librarum, & ſpatium DB eſſet capax librarum quinquaginta, in tali diſpoſitione quia aqua DB quinquaginta librarum, eſſet in æquilibrio cum 25 libris BG: embolus idem præſtans, & eſt in æquilibrio cum 25 libris, faciet tamen eandem impreſſionem in fundum EB. Unde qui ſuſtineret vaſa, ſentiret pondus librarum 75 nempe 25 aquæ AB & quinquaginta emboli. Eodem prorſus modo ac ſi in ſtatera brachiorum inæqualium, ſint duo pondera inæqualia, in diſtantiis reciprocis, pondus quinquaginta librarum in diſtantia L K, & pondus librarum 25 in diſtantia KM, quæ ſit dupla ipſius L K; erit æquilibrium, qui tamen utrumque pondus ſuſtinebit ea jugo K, ſentiet totum pondus librarum 75. Unum reſtat explicandum quomodo embolus D determinetur ab aqua adverſa BG, BC, aut BH ad faciendam impreſſionem, nunc æqualem quinquaginta, nunc centum, modò centum quinquaginta libris, in quo videtur nodus difficultatis poſitus eſſe. Ut autem in hîs ſolvatur, inquirendum eſt an ſimile in affini aliqua materia inveniamus. Sit igitur ingens pondus mille librarum pendens ea fune NO, ſitque libra inæqualium brachiorum SPR, ſuſtentata in puncto P. ſintque diſtantiæ PS, PR, inæquales, nempe diſtantia PR, dupla ſit diſtantiæ SP; appendatur in R pondus centum librarum, quod brachium PS ita elevet, ut incurrat in lapidem N; dico lapidem N licèt mille librarum non innixi brachio PS, niſi ſecundùm ducentas libras, ita ut qui ex anſa T, ſuſtentaret ſtateram SR, ſentiret tantum ducentas libras, & qui per funem N O ſuſtineret pondus N non ſentiret mille libras, ſed tantum 800. Ratio eſt quia lapis N immotus, non reſiſtit brachio PS, niſi ſecundùm conatum, quo idem brachium P S impingit in lapidem N; ſed conatus ille eſt potens elevare ducentas libras; igitur lapis N reſiſtit tantum eo modo quo reſiſteret ducentæ libræ. Si verò ſtatterentur in puncto R libræ 200, lapis N reſiſteret reſiſtentiâ librarum 400. Idem in noſtro exemplo dicendum eſt, nempe in figurâ primâ hujus, ſuſpenſum eſt, corpus AB, aqua verò circumfuſa ita nititur illud elevare, ut hoc niſu apta eſſet attollere centum libras aquæ, ſi nempe loco corporis AB ſuſtineretur aqua 100 librarum. Habet autem tantum conatum, eò quòd inveniatur



Inveniatur in magno motu, ſicut in hac ultima figura pondus R, quamvis ſit tantum librarum 500 poteſt attollere in S ducentas libras, ex peculiari diſpoſitione machinæ. Ita etiam in prima figura, aqua circumfuſa ob diſpoſitionem peculiarem ad motum, eandem vim habet. Nam quod in ſolidis corporibus, diverſa ponderis à centro libræ, vel ab hypomoclio diſtantia efficit, idem diverſa tuborum magnitudo, aut exilitas præſtat; & ſicut duo pondera inæqualia in diverſis diſtantiis, poſſunt eſſe in æquilibrio; ita etiam poſſunt duæ aquæ licèt inæquales in mole eſſe in æquilibrio, ob diverſam tuborum magnitudinem, ut dicemus meliùs infrà.

COROLLARIUM.

Inde concludo quoties manum in aquam immitto, toties aggregato aquæ addi pondus æquale ponderi aquæ; quæ ſit in mole æqualis manui.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Figura præcisè nihil facit, ut corpora mergantur, vel non mergantur.

Celebris fuit hæc quæſtio, & acriter Florentiæ agitata, quam Galilæus libro Italicè conſcripto fusè ſatis tetulit; nempe an figura aliquid conferat, ad corporum immerſionem. Aliis affirmantibus, & oſtendentibus eadem corpora, & ſub eadem mole, modò natare, modò mergi. Ita cymba argentea enatat, quæ ſi in globum ſolidum redigatur, mergitur. Ita lamina, aut bracteola aurea. Sexcentæ hujuſmodi experientiæ afferebantur, quibus oſtendi videbatur figuram nonnihil ad immerſionem corporum conferre poſſe. Conſiderandum tamen eſt an hujuſmodi caſus præcisè ex figura oriantur, an ex aliquo adjuncto ipſi figuræ. Dico ergo præcisè loquendo, figura non confert ad corporis immerſionem. Nam diverſa figura, nec auget molem corporis, nec addit pondus: ergo non mutat gravitatem ſpecificam; ergo corpus quod ſub una figura eſt in ſpecie levius aquâ, ſub alia quacumque figura erit ſemper in ſpecie levius aquâ. Pariter quod in ſpecie gravius eſt aquâ ſub una figura; ſub quacumque figurâ gravius eſt aquâ; ſed corpus quod gravius eſt aqua deſcendit in aqua; corpus quod levius eſt aquâ non mergitur; ergo ſub quacumque figura corpus mergitur, vel non mergitur.

In experientiis autem quæ in contrarium afferuntur oſtendo figuram nihil conferre præcisè. Argentea cimba ſupernatat, quæ in globum compacta mergitur: figura tamen præcisè id non efficit, nam ſervata eadem figura, mergetur ſi impleatur aqua, vel ſi invertatur. Idem dico de globo argenteo vacuo, qui ſi pariter aquâ impleatur eandem conſervat figuram, & mergitur, bracteola aurea, aut lamina ex ebeno ſupernatat, ſi tamen madefiat mergetur, unde aſſero quod ſi mille afferantur experientiæ, oſtendam ſub eadem figura corpus, quod ſupernatare dicitur fundum petere.

Ceram igitur mollem inſerto plumbi pulvere, ita conſtitue in æquilibrio, ut additâ quâcumque plumbi parte mergatur, detractâ ſupernatet, etiam ſi eam in mille figuras effingas, experieris ſemper adjectâ plumbi particula fundum petere, & ablatâ ſupernatare.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Figura ex accidenti aliquid efficere poteſt, ut corpus mergatur, vel ſupernatet.

Poteſt figura nonnunquam efficere, ut corpus in aquâ occupet locum ſe majorem, quia nempe impeditur ex aliis accidentibus, ne ab aqua occupetur locus, à corpore derelictus: ſed in tali caſu, corpus quod mergi deberet in aqua, ſupernatat, igitur figura ex accidenti aliquid conferre poteſt, ut corpus aliquod ſupernatet, aut mergatur. Nam globus aureus intus cavus, ſupernatat, eò quòd impediatur aqua occupare locum, intra talem globum incluſum; ex quo fit ut globus hic in aqua locum occupet multò majorem, quàm quod ſola argenti materia occupare deberet. Idem dico de cymba.

Lamina item aurea ſupernatat, quia cum aqua ſiccitatem eius refugiat, cum primùm deſcendit, undique attollitur aqua, circa eius margines, unde ſimul cum aëre ſibi contiguo occupatur locus in aqua ſatis magnus, aggregatum autem ex lamina & adjuncto aëre, eſt gravitatis ſpecificæ minoris, quàm ſit aqua, unde ſupernatare debet. Ubi verò madefacta eſt, facilè ſe inſinuat aqua, inter laminam & aërem contiguum, atque adeò cùm gravitas ſpecifica ſolius laminæ, ſit major, quàm gravitas ſpecifica aquæ, mergitur lamina. Atque hæc eſt ſolutio ſatis facilis illius quæſtionis de quâ ferè librum integrum conſcripſit Galilæus, in quo nihil aliud invenies, quàm quod his duabus propoſitionibus eſt explicatum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Figura multùm confert, ut corpora velociùs, aut tardiùs, in humido deſcendant.

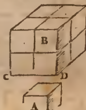
Videtur eſſe difficultas non modica, quare metalla in particulas diviſa, tam lentè deſcendant in aqua, ita arenulæ minutiores, aut terreæ particulæ in aquam injectæ, diem integrum inſumunt, ut fundum petant; licèt quælibet eius minima pars ſit gravitatis majoris, quàm aqua ipſi in mole æqualis. Idem dicendum de plumis, quæ levi vento attolluntur, pulviſculi item in cubiculo excitati, ſæpè per horam integram in aëre ſuſtentantur; aves expanſis alis tardiſſimè ex alto deſcendunt licèt aggregatum ex ave & plumis in ſpecie ſit gravius aëre.

Suppono primò eſſe aliquam tenacitatem in partibus humidi, unde non tantùm gravitas humidi ſuperanda eſt, ſed etiam illa partium adhæſio, ex quo fieri poſſe exiſtimo, ut gravitas corporis ſit tantillulum major quàm gravitas humidi, in eo tamen non deſcendat quod in oleo & aliis humidis viſcoſis accidit. Secundò dum deſcendit corpus, ambitur undique aquâ, immò dum aqua

inferior

inferior derelictum à corpore descendente locum occupare nititur, eius superficiem stringit, & atterit,& quò major est superficies corporis alicujus, eò major est præcisè ex eo capite resistentia quare magis retardatur motus. Sed corpora minora proportionaliter ad suam molem & suum pondus, quod vincere debet talem resistentiam, majorem habent superficiem; ergo & majorem patiuntur resistentiam.

Quod ut meliùs intelligatur. Sit cubus A unius pedis cubici, cujus pondus unius unciæ, eritque eius superficies sex pedum quadratorum. Sit alius



cubus B, cujus unum latus C D sit duorum pedum, eius una facies erit quatuor pedum quadratorum. Quare tota superficies erit 24 pedum quadratorum, ergo superficies cubi A quadrupla erit superficiei cubi B, ergo resistentia orta ex superficie cubi B, quadrupla erit resistentiæ ortæ ex superficie cubi A. Pondus autem cubi B octuplum est, ponderis cubi B, cum soliditas corporis sit in triplicatâ ratione laterum,& superficies tantùm in duplicata: igitur pondus octo unciarum habet vincendam resistentiam quadruplò majorem illâ, quam vincere debet una uncia; cum tamen virtus activa sit octupla igitur faciliùs illam vincet.

Idem facilius concipies si ex cubo B, intelligas fieri octo cubos, tunc enim multæ superficies,quæ intra cubum majorem latebant, & ab aqua non tangebantur, factâ divisione apparent, & ab aquâ ambiuntur. Ergo factâ divisione, erit major resistentia, orta præcisè ex superficie, licèt non sit majus pondus, quod solum est principium motûs deorsum.

Non tantùm autem superficies, sed scabrities corporis motum retardare potest: videmus enim naves, sævo illitas, longè velociùs ferri per aquam, ita ut quartâ parte citiùs nonnunquam moveantur cæteris paribus. Ita plumæ quia divisæ sunt in villos, difficiliùs descendunt, eò quòd magnam habeant superficiem: & ita de reliquis corporibus.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Lamina lignea, quò latior erit, eò etiam tardiùs ascendet ex aqua.

Primò aqua incumbens laminæ ligneæ recedere debet ad latera, ut illi ascendenti locum faciat, & quò latior erit lamina, eò etiam major erit talis motus, major autem motus cæteris paribus, majus tempus requirit, ut perficiatur. Ex quo sequitur tardiorem esse, laminæ ligneæ ascensum quam si in globum esset compacta; immò ut plurimum obliquè ascendet, eò quòd facilior sit humidi divisio, dum obliquè enititur.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Corpus humido levius, citiùs ascendit ex humidò graviori.

Tunc corpus citius ascendere debet, quando majus est momentum potentiæ sursum illud ferentis, supra resistentiam ipsius ad motum; sed potentia attollens corpus levius humido est gravitas humidi, resistentia autem petitur ex gravitate corporis illius: ergo quò humidum gravius fuerit in specie, eò etiam velociùs feretur sursum corpus illud quod levius est humido. Ita diximus corpora gravia citiùs descendere in medio leviori, quia major est excessus momentorum: sicut in statera,quo majus erit momentum ponderis unius supra momentum oppositi, eò facilior erit motus. Ex quo sequitur, quòd corpora aëre leviora faciliùs ascendent in aqua quam in aëre, & in mercurio adhuc faciliùs. Non nego tamen difficultatem divisionis posse aliquid efficere.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

De Cingulis pneumaticis.

Facilis ratio est cur homo cingulo pneumatico instructus, non mergatur etiamsi velit; sed fluvios nullo negotio possit transmittere, si nempe pedibus pinnas addat: quia nempe aggregatum ex homine, & cingulo pneumatico, minus ponderat, quam aqua ipsi in mole æqualis. Immò etiam onera ferre posset. Ut autem aliquod emolumentum ex hac propositione hauriatur, debent hujusmodi cingula,esse benè composita ex duplici pelle caprina. Quod indicare sufficiat nullam enim peculiarem habent difficultatem, quæ demonstratione indigeat.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

De navibus sub aqua natantibus.

Dicitur Cornelius Drebellius in Anglia navim construxisse quæ sub aquis nataret, in quo nihil commodi video, nisi forsitan ad fallendos hostes, introducendosque in urbem obsessam milites. Longiorem enim navigationem ita instituere, impossibile judico, eò quòd remigatio sub aquis sit multùm difficilis, & periculosa, nec ventorum adminiculo uti liceat. Quæritur tamen quomodo fuerit composita navis.

Primò potuit fieri navis æqualis omninò gravitatis specificæ cum aqua, licèt existimem id ferè in indivisibili positum esse. Quare potest fieri paulò gravior aquâ, ut in fundo remorum quasi

pedum adminiculo progredi poſſit, cum autem ad ſuperficiem aquæ redeundum erit, exonetanda erit, aliquantiſper navis. Cætera unuſquiſque facilè concipiet.

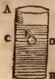


PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Aqua eſt gravitatis homogenea, nec aqua inferior ſenſibiliter eſt denſior ſuperiore.

Sit vas AB valdè longum, plenum aquâ, dico aquam eius inferiorem C B non eſſe notabiliter



denſiorem aqua ſuperiori AD. Si enim eſſe notabiliter denſior, & conſequenter gravior, poſſet dari aliquod corpus E, cujus gravitas ſpecifica major eſſet gravitate ſpecificâ aquæ CB, & minor gravitate ſpecificâ aquæ AD; ſed hoc videtur non eſſe verum. Nam ſæpè expertus ſum, ut miſcendo particulas plumbi ſimul cum cerâ, eam redderem ejuſdem ferè gravitatis cum aqua, nunquam tamen efficere potui ut corpus E uſque ad medium aquæ ſeipſo deſcenderet, & ibi ita ſiſteret, ut ſi detruderetur inferiùs, ſuum determinatum locum peteret. Sed ſemper accidit ut ſi inciperet immergi fundum peteret, vel è contrà ſi vel tantillum è fundo attolleretur ſeipſo uſque ad aquæ ſuperficiem emicaret. Sed ſi aqua C B eſſet notabiliter gravior aquâ AD contrarium accideret. Nam ſi globus E, ſit gravior aquâ AD, debet infra deſcendere, ſi minus grave quam C D debet ſupra illam ferri.

Potui quidem immiſſo in aquam ſale, antequam omninò ſolutum eſſet, quia partes inferiores priùs ſaturabantur, quàm ſuperiores ideoque tunc erant in gravitate differentes à ſuperioribus, potui (inquam) formare globum qui in medio aquæ conſiſteret.

Conſecutus item ſum, ut globus ejuſdem eſſet cum aqua gravitatis, & indifferens ad omnem locum: ſed adhuc nihil ex eo efficitur, quod valeat ad propoſitam quæſtionem. Fateor tamen has experientias factas fuiſſe in altitudine non ſuperante ſemipedem; deberet autem in majore fieri ut vim aliquam haberent, & concluderent.



TRACTATUS XVII.

DE FONTIBVS

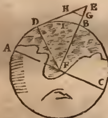
Naturalibus, & Fluminibus.

FONTES quàm amœni sunt, tam arduum est, & operosum abditas eorum scaturigines in lucem edere, aut indefessam illam perennitatem explicare. Conabimur tamen aliquid dicere, ut licèt scopum attingere, & rem ipsam oculis subjicere non liceat; quidquid tamen aut ex aliorum ingenio, aut ex mente nostra, alicujus momenti videbitur, demonstrationibus certis,& scientificâ methodo stabilire tentabimus. De quinque in hoc tractatu præcipuè agam; primò de fontium origine, secundò de libellationibus, tertio de cursu, & copia decurrentis per tubos aquæ; quartò de salientibus, quintò de fluminum cursu, & si qua videbuntur ad praxin spectantia non omittam. De hac materia egerunt

Ioann. Bapt. Aleotus, Ferrariensis Ducis, & Clementis VIII. Hydrometra.
Benedictus Castellus, Abbas Benedictinus in opusculo de mensura aquarum currentium.
Ioann. Bapt. Baraterius in Architectura aquarum.
P. Nicolaus Cabaus l. 1. Meteorolog.
Ioann. Bapt. Ballianus de motu liquidorum.

SUPPOSITIO I.

Globum terraqueum Sphæricum esse,nemo est, hoc ævo qui dubitet, cum id innumeris probetur experientiis, & ipsa gravium natura satis indicet, quà ad commune aliquod centrum feruntur. Nun hîc affero argumenta, quæ ad id probandum faciunt; id enim ex aliis tractatibus sufficienter stabilitum assumo. Sufficiat modo, ex aquæ fluiditate aliquid in rem nostram deducere:posito enim omnium gravium centro, & aquæ fluiditate, facilè ostendemus superficiem ejus omnem, & sphæricam esse, & æquabiliter circa centrum terræ fusam. Hoc enim habent liquida, ut non tantùm perpendiculariter descendant; sed etiam obliquè, & per plana inclinata. Sive fluiditas, sit divisibilitas in minutissimos globos; globus autem inter cæteras proprietates hoc habet, ut in planis, vel tantillum inclinatis consistere non valeat: & quò fuerit globus minor, eò faciliùs moveatur.Eò quòd ejus superficies magis à rectâ superficie recedat, minusque illi accommodetur, & congruat; sive fluiditas sit aliquid aliud. Sit ergo terræ hemisphærium ABC, & aquæ superficies si fieri potest,sit plana, qualis repræsentatur per lineam DE, ostendo in tali casu aquam subsistere non posse, sed necessariò defluxuram, donec se accommodet orbiculariter circa centrum. Cum enim lineæ FB, DF, sint æquales, FE major erit quàm DF; quare planum DE declive erit, hoc est si aqua feratur secundùm lineam DE, verè descendet; sed quotiescumque fluidum invenit planum inclinatum toties descendit per illud. Secundò partes G,magis premuntur, quàm partes H, liquida autem hoc etiam habent, ut quotiescumque patet exitus etiam ad latera partes à superioribus pressæ, alias ad latera expellant; igitur partes G, à superioribus pressæ,partes H loco dimovebunt; & defluere versùs D cogent, donec tandem aquæ superficies, sit terræ concentrica.



COROLLARIUM I.

Ex quo facilè concipies sphæricitatem terræ, non esse causam cur flumina decurrât;neque enim putandum est, quod procedendo versùs austrum magis descendatur, quàm procedendo versùs boream; sed necessarium esse ad fluminum cursum, ut alveus deflectat à terræ rotunditate, & magis accedat ad centrum terræ,alioquin stagnaret aqua.

COROLLARIUM II.

Quamvis aquæ in superficie terræ quiescentis superficies,idem cum terra centrum habeant,atque adeò terrenam superficiem perficiant, & conniuent: quæ tamen in puteis profundioribus, & fossis delitescunt, alterius globi minoris superficiei

eiei se accommodant, cujus idem centrum terræ. Aquæ tamen superficies apparet plana in lacubus, quia nempe tam parvum sphæræ maximæ segmentum, non recedit multùm à plana superficie: in mari autem quia major sphæræ portio aspectui patet, facilè ejus recessus à plana superficie animadvertitur; ita ut nautæ de terræ globositate non ambigant.

SUPPOSITIO II.

Supponenda item sunt ea omnia quæ de gravitate dicta sunt hactenus, cum enim liquida non minùs gravia sint, quàm corpora solida & dota, ideò quæcumque superioribus libris sufficienter explicata sunt, de liquidis intelligenda sunt: præcipuè verò quæcumque de principio mechanices demonstravimus, nempe motum aut proximam dispositionem ad motum, posse æquivalere gravitati.

Si enim aliquando hoc principium vim habet aliquam; maximè in liquidis, ut meliùs in decursu patebit.

SUPPOSITIO III.

Aqua simpliciter in omnibus suis partibus, homogeneæ est gravitatis; licèt enim dubitari possit an propter partes desuper incumbentes aliquantulum condensetur aqua inferior, ea tamen condensatio tam modica est, ut illius ratio habenda non sit. Sive quia aqua condensationis est impatiens, sive propter aliam rationem; nam vix unquam consequi potui, licèt id sæpe tentaverim, ut globum in mediis aquis librarem.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Una libra aquæ, mille aquæ libris æquiponderat, si utriusque superficies sit in eadem horizontali linea.

Sint duo vasa commonicantia AB, CD, sitque in utroque aquæ superficies AE, FG, in eadem li-



nea horizontali, sitque aqua AB mille librarum, & aqua CG unius libræ; quod tunc accidet cum basis AE, erit millecupla basis FG, intelligendo pro basibus circulos; nam (*per* 14.12.) cylindri æquè alti se habent ut bases. Dico illas aquas esse æquilibres.

Demonstratio. Intelligatur superficies AE deprimi usque ad HI, ascendet aqua in opposito cylindro usque ad KL, eruntque cylindri AI, KG, æquales. Nam aquæ AB, CG æquales sunt aquis HB, CL; est enim eadem semper aqua: ergo ablato quod commune est, nempe HB, CG, restant aquæ HE, FL æquales. Quare cylindri AI, FL æquales sunt. Sed cylindri æquales (*per* 15.12.) reciprocant bases, & altitudines; quare ut basis AE ad basin FG, ita altitudo FK ad altitudinem AH. Sed ut basis AE ad basin FG, ita pondus aquæ AB ad pondus aquæ CG, & altitudo AH, est motus aquæ AB, sicut altitudo FL, esset motus aquæ CG; ergo pondera aquarum, & motus illarum sunt reciproca. Quare per primum principium mechanices, aquæ AB, CG sunt in æquilibrio, compensante in aqua CG, defectum ponderis, dispositione ad motum majorem. Ideoque mille libræ aquæ sunt in æquilibrio, cum una libra aquæ, dum earum superficies eundem horizontem attingunt. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Una librâ aquæ præponderat mille libris aquæ si ejus superficies sit altior earum superficie.

Sit in eâdem figura, aqua HB mille librarum, & aqua CL unius libræ, & quia CL major est, quàm HB, ex suppositione erit basis HI, plusquam millecupla basis KL. Nam si esset una libra in parte CM, (*per* 14.12.) esset basis HI, millecupla basis FG: sed ex suppositione, in CM non potest contineri una libra; sed tantum in CL; igitur basis HI est plusquam millecupla basis FG. Ponamus esse bis millecuplam. Descendat aqua CL ad FG, & ascendat aqua in alio vase usque ad AE, ita ut sint AE, FG, in eadem altitudine; ostendam pariter, aquas AI, FL esse æquales, & (*per* 15.12.) ita esse basin AE ad basin FG, sicut altitudo FK ad altitudinem AH.

Demonstratio. Basis HI, est ad basin FG, ut FK motus unius libræ aquæ, ad AH, motum mille librarum, sed basis HI est bis millecupla basis FG: igitur motus unius libræ est bis millecuplus motûs mille librarum. Ergo major est motus libræ, quam ut sit reciprocatio inter motum, & pondus aquarum; ergo una libra in aptitudine ad talem motum prævalet, & præponderat mille libris. Quod erat demonstrandum.

Verum quidem est quod sit sensim æquilibrium, eò quòd ex tubo CL, sensim in vas AB, transeat alia aqua, minuaturque aqua in CL, cum enim aqua AB in ultima suppositione, fuerit bis millecupla aquæ CG, quod tunc tandem accidet cum AE, FG in eadem fuerint linea horizontali, aut potiùs in eadem superficie circuli maximi, cujus centrum erit idem ac terræ, tunc inquam erit æquilibrium.

Atque hæc ratio mihi videtur meliùs explicare naturam istius æquilibrii, quàm simpliciter assumere tanquam primum principium, aquæ etiam hoc modo in duos tubos divisæ superficiem debere esse terræ concentricam.

PROPOSITIO III.

Theorema.

In tubis etiam inclinatis communicantibus una libra erit in æquilibrio, cum mille libris si eandem lineam horizontalem attingant.

Sint duo vasa communicantia HB, CD, sitque ut priùs, aqua HB mille librarum, & aqua CD unius libræ; sintque superficies E, FD, in eadem lineâ

lineâ horizontali : dico illas aquas esse in æquilibrio. Supponatur enim superficies E, deprimi in H, & in altero tubo ascendere in KL, ostendamus ut priùs aquas HE, FL, esse æquales. Intelligatur super eâdem basi C N, alius cylindrus rectus N M, in quo linea G F sit in eadem horizontali cum FD, & E. Item linea M, sit in eadem altitudine cum KL, eritque (*per 11.12.*) cylindrus G N æqualis cylindro CD, item cylindrus G M, æqualis cylindro F L.



Demonstratio. (*Per præcedentem*) Aqua GN, est in æquilibrio cum aqua E B, sed aqua G N est in æquilibrio cum aqua CD, sunt enim æquales, & in eadem dispositione ad motum. Nam si ex depressione H, ascendit aqua in K, ita ut aquæ EH, FK æquales essent, ascenderet etiam aqua GN in M, quia GM, & FK sunt æquales : omnis autem motus gravium, ut suo loco explicuimus, semper penes perpendicularem desumendus est. Quare aqua CD, quæ est in æquilibrio cum CF ; & CF, cum EB ; erit etiam in æquilibrio cum EB. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

In quibuslibet tubis, quomodocumque dispositis, aqua erunt in æquilibrio, si eandem horizontalem lineam attingant.

Sint duo vasa unum quidem simplex, & perpendiculare AB, aliud verò involutum in spiras BC, eademque sit altitudo aquæ in utroque, nempe perveniat aqua, usque ad lineam horizontalem ADC ; dico aquas esse in æquilibrio. Cogitetur enim tubus F E rectus, ejusdem crassitiei cum tubo FC.

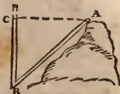
Demonstratio. Aqua contenta in tubo recto FE, se habet ad quam FC, ut linea FE ad longitudinem tubi FC, cum supponatur eadem tuborum crassities ; sed per 4 planorum inclinatorum, quoties gravia se habent, ut longitudines planorum inclinatorum, aut si unum gravitat secundùm perpendicularem, quoties quod in plano inclinato versatur, se habet ad illud, quod movetur per planum inclinatum, ut perpendicularis ad planum inclinatum, toties est æquilibrium (*ut vidimus propositione 4. planorum inclinatorum.*) Ergo aqua FE est in æquilibrio cum aqua FC : sed aqua FE, est in æquilibrio cum aquâ AB ; igitur & aqua FC, erit in æquilibrio cum eâdem aquâ AB. Quod erat demonstrandum.

Neque difficultatem faciat mutatio plani, nempe quod tubus in spiram detortus sæpe mutet plani inclinationem; possunt enim comparari singula tubi segmenta, in quibus non mutatur sensibiliter inclinatio cum segmento tubi recti illi correspondente, demonstrando habere idem momentum, atque ita percurrendo singulas tuborum partes, æque alias perpendiculariter. Ostendemus aquas in iis contentas idem habere momentum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Fontes genio suo relicti, non possunt ascendere supra scaturiginem suam.



Ex superioribus propositionibus satis facilè deducimus fontes genio suo relictus, hoc est sine ullo artificio, & simplici deductione, non posse ascendere, nisi quantùm descendunt. Sit enim fons in summitate montis A, cujus aqua derivetur per canalem ABC, dico fieri non posse, ut aqua ascendat supra horizontalem lineam AC.

Demonstratio. Aqua A B est (*per 3. hujus*) in æquilibrio cum aqua BC, igitur non potest impellere aquam BC ulterius, eamque ad ascensum cogere, quomodocumque sint dispositi tubi ; hoc est sive tubus A B sit perpendicularis, sive obliquus, sive latior sive strictior parùm interest, sive in conum desinat, sive non. Et adhuc intelligendum est, ut canalis sive tubus clausus sit, neque enim cogitandum est, si in puncto B. tubus esset apertus fore, ut saliens ad tantam altitudinem attolleretur: sunt enim peculiares regulæ salientium de quibus dicemus infrà, suo loco.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Fluidum per lineam declivem suam exercet gravitationem æqualem tamen præcisè gravitationi perpendiculari ejusdem altitudinis.

Hallucinantur multi dum liquidorum gravitationem ita perpendiculari lineæ alligant, ut nullam aliam gravitationem agnoscant, nisi perpendicularem quod quidem aliquem bonum sensum habere potest. Nempe omnem nisum rei gravis, deorsum tendere ; quantùm est de se ; sed ex variis determinatione posse accidere, ut per alias lineas suam gravitationem exerceant. Quod accidit etiam solidis, nam funependulum quod retinetur in centro, arcum describit, & quæ in planis inclinatis feruntur, secundùm lineam declivem feruntur. Nescio tamen quomodo in corporibus fluidis, rem nonnulli aliter se habere existiment, cum in iis ob divisibilitatem, aut potiùs fluiditatem, faciliorem putem esse gravitationem obliquam. Dico ergo in corporibus liquidis idem esse momentum, sive perpendiculariter gravitent, sive per planum inclinatum, sive per unicam lineam, sive per plures ; secl... forsitan nonnullis accidentibus de quibus infrà. Sit enim vas in conum desinens, in quo sit aqua ad altitudinem DE : huic autem vasi, conjunctus sit tubus incurvus B F, in quo (*per 3. hujus*) aqua ascendet usque ad F, eademque erit

linea

linea horizontalis D E F. Dico non plus premi aquam in puncto B, existentem à tota illa aqua;



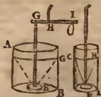
per varias lineas nempe GB perpendicularem, AB obliquam & alias innumeras quæ cogitari possunt, quàm per solam perpendicularem, & tàm benè premi per omnes simul, quàm per unam.

Demonstratio. Quò plus premetur aqua B, eò magis ascendet aqua in BF, nam in tantum ascendit aqua, secundùm tubum BF, in quantùm premitur in B: sed sive sit sola pressio perpendicularis, sive sit sola obliqua, sive omnes istæ pressiones adsint eadem tamen erit altitudo aquæ in F. Cogitetur enim esse solus tubus perpendicularis GB, in quo aqua sit usque ad G; in opposito perveniet in F. Pariter cogitetur loco vasis ABC, esse solus tubus obliquus AB, in quo aqua perveniat ad eandem altitudinem D, pariter aqua ascendet in F, ergo eodem modo premitur, sive per unam, sive per plures prematur. Et omnes simul, & quælibet earum æqualis est pressioni perpendiculari.

Ratio à priori est quod dum plures adsunt pressiones, & gravitationes, aquæ quidem major copia premit, sed ponitur in dispositione ad minorem motum; dum verò adest sola gravitatio perpendicularis, aqua secundum illam dispositionem, est in majori motu. Pariter in sola gravitatione obliqua, licèt aqua sit in majori motu, quàm in perpendiculari, hic tamen motus est inclinatus; atque adeò minùs potens secundùm regulam communem in Mechanicis explicatam, quod vires gravitationis secundùm perpendicularem sint attendendæ.

Hoc nonnulli satis non adverterunt, qui aliquas experientia satis difficiles, per multiplices, aut pauciores pressiones explicare voluerunt: neque enim plures pressiones corporis minus mobilis plus possunt, quam pauciores ejusdem corporis, ut magis mobilis.

Alio modo eandem propositionem possumus



experientiis satis efficaci stabilire. Sint enim duo vasa AB, CD, ejusdem altitudinis, sed inæqualia magnitudinis. Sit verbi gratiâ AB mille librarum capax, & vas C D, tantùm decem librarum. Sint duo foramina æqualia E & F, quæ tegantur duobus orbiculis ligneis item æqualibus, infundatur aqua in utroque ad eandem altitudinem G & C. Etiamsi orbiculi sint leviores aquâ, adhærebunt tamen, eò quòd magis premantur ab aqua, & aëre, quàm sublevantur ab aëre per foramen. Nam si fundum esset integrum huic niteretur aqua, quæ orbiculos elevaret. Quanta ergo est gravitatio aquæ, tanta est orbiculorum adhæsio. Sed experientiâ compertum est, æqualem esse in utroque casu adhæsionem, quam bilance probare possumus. Ergo eadem est utrobique gravitatio.

Quare potest assumi Archimedis axioma, si benè intelligatur, in quolibet vase pars quælibet fundi premitur, à parte aquæ ipsi perpendiculariter respondente; non quod etiam ab aliis non prematur; sed quod omnes pressiones simul sumptæ, uni pressioni æquivaleant: quia si reliquæ omnes considerentur, jam tota aqua in minori motu ponitur.

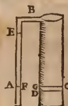
Ex quibus concluditur, quod maris non magis prematur fundum, quàm lacûs, si eadem sit aquæ altitudo, & quod pressiones omnes respectu ejusdem corporis distributæ variis partibus, uni perpendiculari sint æquales.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

In syphonibus, & tubis communicantibus, in parte superiori, una libra aquæ, erit in æquilibrio cum centum libris, si ad eandem lineam horizontalem perveniant.

Sint duo tubi AB, BC, communicantes in puncto B, sitque aqua in utroque usque ad lineam ho-



rizontalem AC; dico aquas AB, BC, esse in æquilibrio. Supponatur enim aqua BC, descenderi usque ad D, ascendet ex alia parte, usque ad E. Non expendo hic quomodo adhæreant certum enim est, quod si descenderet aqua in tubo BC, ascenderet in tubo A B, ut experientiâ constat: explicabo autem infra quodnam sit principium illius adhæsionis. Quare cum sit semper eadem aqua, erit aqua A B C æqualis aquæ E B D, & ablato eo quod commune habent, nempe aquâ EBC, restat AE tubus, æqualis tubo C D.

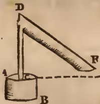
Demonstratio. Aqua AB ad aquam BC, (*per* 14. 12.) se habet, ut basis AF ad basin GC, sed ut basis AF ad basin CG, ita linea GD ad lineam AE, (*per* 15. 12.) cùm cylindri AE, CD sint æquales, linea autem GD est motus aquæ BC, & AE est motus aquæ AB. Ergo ut aqua AB ad aquam BC; ita motus, aquæ BC ad motum aquæ A B. Quare est reciprocatio ponderum, & motuum: ergo per principium primum mechanices est æquilibrium. Quod erat demonstrandum.

Verum quidem quod si tantisper descendat aqua BC, aut, BA destruetur æquilibrium, & una aqua alteri prævalebit.

Eodem

Eodem modo ostendam si unus tubus, sit inclinatus, alius perpendicularis, fore semper æquilibrium, eodem prorsus modo, quo ostendi supra, in tubis communicantibus per partes inferiores id accidere. Pariter licèt unus esset contortus in spiras, alius verò perpendicularis, eadem valet demonstratio.

Ex quo ruit multorum cogitatio, qui syphonibus in superiori parte communicantibus motum perpetuum tentaverunt. Cum enim animadverterent, si in syphonibus crus aquæ immersum esset alio opposito brevius, tunc aquam continuò fluere, ideo existimarunt posse fieri crus aquæ immersum longius, sed exilius, & in opposito brevitatem crassitie compensare: aut servando eandem longitudinem, non ita illud inclinare, ut aquam redderet antequam ad eandem lineam horizontalem perveniret. Aut idem crus in spiras involvere, ita ut licèt crure in aquam immerso longius esset, nihilominus aquam redderet antequam ad eandem horizontalem lineam perveniret. Ut si



vasi AB immergatur syphon CD, sitque linea CF horizontalis, per superficiem aquæ transiens, si ex eò quòd crus DF esset crassius, posset reddere aquam supra lineam CF, aut ex eò quòd magis inclinaretur ad horizontem; aut si in spiras circumvolveretur; haud dubiè motum perpetuum haberemus. Nam exceptam aquam in F, canali aliquo remitteremus in vas AB, sed ut dixi vera longitudo tubi sumitur penes perpendicularem; & crassities nihil facit, quia in tubo crassiori aqua est in minori motu. Quare ex hoc capite nihil lucrari possumus in ordine ad motum perpetuum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Si duo liquores in duobus tubis communicantibus contineantur, erit ut gravitas specifica unius ad gravitatem specificam alterius; ita reciprocè altitudo unius liquoris, in suo vase, ad altitudinem alterius.



Sint vasa communicantia AB, BC, in quibus sint liquores diversæ gravitatis specificæ; sitque ut gravitas specifica liquoris AB ad gravitatem specificam liquoris BC, ita altitudo CE ad altitudinem AD, dico esse æquilibrium. Sint enim bases cylindrorum æquales.

Demonstratio. (*Per 14 12.*) cylindrus BC, se habet ad cylindrum AB, ut altitudo CE, ad altitudinem AD, sed ut altitudo CE ad altitudinem AD, ita gravitas humidi AB ad gravitatem humidi BC: igitur ita est humidi BC extensio ad humidi AB extensionem, sicut gravitas AB ad gravitatem BC; sed quoties extensiones sunt reciprocæ gravitatibus specificis, toties supponi debet idem pondus, ergo idem est pondus humidi AB, ac humidi BC. Sunt item ex suppositione, in eàdem dispositione ad motum; cum cylindri sint æquales: ergo idem est momentum unius ac alterius.

Sint secundò duo tubi inæquales, sitque AB aqua, & BC oleum, sitque BC, tubus duplò minus capax quam AB, oleum BC in tubo minore est in æquilibrio cum oleo, in tubo majore, ejusdem altitudinis (*per primam hujus.*) Sed oleum altitudinis BC, in tubo æqualis crassitiei ipsi AB, est in æquilibrio cum aquâ AB; ergo & oleum in tubo minori ejusdem altitudinis cum BC, erit in æquilibrio cum aquâ AB. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Ex eo concludo quod si in vase AB, sit mercurius duorum pedum, in BC debeant esse plus quam triginta pedes aquæ.

Ex quo desumo argumentum efficax ad demonstrandam gravitationem aëris. Fiat experientia mercurii in aqua, nempe habeatur arundo vitrea, una extremitate clausa, quæ impleatur hydrargiro; deinde intra aquam ad altitudinem pedum 10, invertatur hæc arundo in subjectum vas mercurio plenum, si aër non gravitaret sustentaretur mercurius, ab aqua, in arundine ad altitudinem octo circiter digitorum. Nempe 10 pedes aquæ, sunt in æquilibrio cum octo digitis mercurii: quare si sola gravitas aëris sustentaret mercurium, in aqua 10 pedes altâ, non sustentaretur nisi ad altitudinem 8 digitorum: sed in tali casu sustentaretur ad altitudinem ferè trium pedum. Ergo sustentatur ab aliquo alio corpore, non ab alio, quam ab aëre, ergo sustentatur ab aëre. Addo quotiescumque fit experientia in aëre, si supra scutellam infundatur aqua, pro 10 digitis aquæ supra mercurium, attolletur mercurius in arundine supra mercurium scutellæ, novem lineis.

COROLLARIUM II.

Si intra aquam sit scutella plena mercurio in quam immittatur arundo, utrinque aperta ita tamen ut arundo extet extra superficiem aquæ, atque adeo aqua non ingrediatur arundinem, aqua propulsabit mercurium in arundinem eumque elevabit, novem lineis pro singulis 10 digitis aquæ in perpendiculo. Quia nempe ita se habet elevatio aquæ ad elevationem mercurii, ut gravitas specifica mercurii, ad gravitatem specificam aquæ, nempe ut $71\frac{1}{2}$ ad $5\frac{1}{4}$: quia totum vas aqua plenum, se habet per modum tubi, & arundo quæ immittitur per modum alterius tubi communicantis, & humida sunt Etherogenea.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si aër gravitet, tota aërea regio se habet per modum vasis, & tubus parte superiori clausus per modum alterius tubi communicantis.

Quod corollario ultimo de aqua ostendimus, applicari potest toti aëri. Si enim supponatur esse tubus pertingens ultra aërem in terras gravitantem & apertus, qui deberet aut vacuus esse aut certè plenus æthereâ aliquâ substantiâ, nullo modo gravitante, si illius una extremitas in scutellam aqua plenam immittatur, cum aër gravitet in aquam reliquam, & non gravitet in eam partem aquæ, quæ quasi protegitur illo tubo,(neque enim supponitur ullus aër gravitans intra tubum) necessariò attolletur aqua intra tubum,ad tantam altitudinem donec sit æquilibrium.Erit autem æquilibrium (*per praecedentem propositionem*) cùm altitudo aëris ad altitudinem aquæ se habebit,ut gravitas specifica aquæ, ad gravitatem specificam aëris. Quod si loco aquæ poneretur mercurius, minus attolleretur mercurius. Neque obstat quod tam parum aquæ, aut mercurii quantum intra tubum continetur sit in æquilibrio cum tanta aëris copia, quia ut dixi dispositio ad parvum motum in aëre, compensat, exiguitatem aquæ, ut jam ostendimus supra. Nam descensus aëris, ad ascensum aquæ se habet ut diameter tubi aquei, ad diametrum totius athmosphæræ aëreæ, & gravitas totius aëris ad gravitatem aquæ; ut diameter athmosphæræ, ad diametrum aquæ. Unde est reciprocatio necessaria ad æquilibrium. Sed iis non immoror utpote quæ cum sint jam demonstrata indicasse sufficiat.

Cum autem id præstare non possimus, nempe habere tubum, cujus longitudo transcendat regionem aëream, quæ in terram gravitat; aliam viam tentamus, impediendo scilicèt, ne aër in tubum gravitet. Implemus igitur aquâ tubum longiorem, verbi gratiâ quadraginta pedum, ejusque pedem, aquæ immergimus, obturatoque diligenter superiori orificio, ne aër per illud in aquam gravitet; aperimus orificium in pede constructum, viamque aquæ facimus. Certum autem est quod si aqua in eo tubo, contragravitante aëre sustentaretur, defluere deberet, donec eadem esset ratio altitudinis regionis aëreæ ad altitudinem aquæ in tubo sustentatæ, quæ gravitatis specificæ aquæ, ad gravitatem specificam aëris. Sustentatur autem tantum ad altitudinem pedum 33; si autem fiat experientia in mercurio, sustentabitur ad altitudinem 26 digitorum, nempe ut se habet gravitas specifica mercurii ad gravitatem specificam aëris. Quare consequenter erit altitudo mercurii in tubo sustentati, ad altitudinem aquæ, ut gravitas specifica aquæ,ad gravitatem specificam mercurii,quod ita respondet experientiæ, ut ne tantillulum excedat. Volui autem monere ne quis miretur tantam aëris copiam, posse esse in æquilibrio, cum tam exigua mercurii parte: non enim ut jam sæpe monui aër solum, secundùm suam entitatem considerandus est, sed aptitudinis ad motum ratio habenda est. Ita dum intra mare tubum immittimus, aqua tubo contenta, est in æquilibrio cum toto mari. Ita etiam mercurius in tubo sustentatus erit in æquilibrio, cum toto aëra, quia si mercurius ascenderet in tubo per unam leucam, tota athmosphæra aëria non descenderet una centies millesima parte unius lineæ. Quod repetere volui ut tyronum imaginationem huic principio assuefacerem.

PROPOSITIO X.

Theorema.

In Fluidis gravitatio perpendicularis praevalet.

Etiamsi dixerimus præcedenti propositione dum humidum, in partem subjectam gravitat, pluribus gravitationibus, eas omnes gravitationes, soli perpendiculari æquivalere: nihilominus in actu secundo, dico perpendicularem magis operari, & de facto majorem exercere conatum, quam reliquas. Esto enim dum abest perpendicularis gravitatio, reliquæ suam vim habeant, assero tamen dum adest pressio perpendicularis, eam præcipuam vim habere. Sit enim vas AB,in cujus medio fundo,sit foramen C apertum, per quod aqua egrediatur, subsidet aqua in parte E, quæ perpendiculariter foramini C respondet, ita ut fiat cylindrus EC descendens, ejusdem crassitiei cum foramine, & aliæ partes aquæ extra illum cylindrum positæ non descendant. Inde fit etiam, ut quæ sunt leviora aquâ, si in puncto E inveniantur simul cum subsidente aqua descendant, quæ in aliis superficiei aquæ partibus positæ sustententur, & supernatent. Ratio igitur est quod omne grave delatum perpendiculariter, majus habet momentum, quàm idem aut simile grave quod fertur per planum inclinatum, ut vidimus in mechanica cum egimus de planis inclinatis. Sed aliæ omnes partes extra cylindrum EC positæ, nituntur ad foramen C nisu inclinato, & obliquo, partes verò EC nisu perpendiculari: ergo partes EC prævalebunt. Verè quidem si illæ deessent partes, reliquæ ferrentur ad foramen C, sed quia nisus partium EC prævalet, impedit quominus aliæ moveantur. Ex quo vides rationem cur in puncto E ita subsidat aqua ut formetur infundibulum, & levia etiam corpora simul cum aqua subsidente deorsum ferantur.



Eâ occasione quæres cur fiat vortex in puncto E, hoc est cur aqua non subsidat rectà, sed rotetur in vorticem. Ego quidem non existimarim in aqua quieta omnino, talem vorticem in orbem agitatum inveniri, sed tantum in aquis currentibus, dum enim accidit ut impetus aquæ currentis, in aquæ subsidentis latus unum incurrat; aqua suum motum conservat, subsidit tamen ipsa, & in illius infundibuli aquei superficie, suum motum tectum mutat in orbicularem.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Nonnunquam ex accidenti in minutioribus tubis ab aequilibrio humidum exorbitat.

Afferam experientiam. Si canaliculum AB ferè capillarem

capillarem immergo in superficiem aquæ, humor statim per caniculum assurgit ad digitalem ferè altitudinem. Inclino canaliculum in BC, altius aqua ascendit, breviori utor in DE, non ita altè humor ascendit, claudo digito canaliculi orificium superius dum illum immergo aquæ, aqua nullo modo ascendit. Digitum amoveo, illico assurgit, & hoc non in aqua tantum, sed in vino & aliis liquoribus accidit. Si canaliculus siccus sit sensim tantum, & lentè aqua assurget, nisi fuerit paulò laxior, sit verò madefactus, statim elevatur aqua. Horum omnium quæritur ratio.



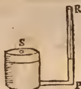
Primò quidem certum est id non provenire ex impetu, quo tubulus in aquam immergitur, dum enim clausus digito, in superiori orificio aquæ immittitur, non ascendit, dum autem amovetur digitus, ascendet aqua; licèt jam pridem desierit impetus, quo tubulus demersus est in aquam; ergo alia necessariò causa accersenda est. Deinde quò majori impetu immitteretur, eò magis ascenderet, nec daretur ulla ratio cur in longiori altiùs ascendat.

Certum est item, ut demonstravimus momentum aquæ, in vase BF existentis non esse majus, momento aquæ existentis in tubulo FG, quotiescumque eadem fuerit altitudo; licèt majus sit unius pondus, quàm alterius. Quia momentum ut jam sæpè monui, coalescit ex pondere & dispositione ad motum. Neque etiam cogitanda est vis aliqua adhæsiva, quâ una gutta aquæ, aliam attrahat illique copuletur, & consequenter quia madidus est canaliculus, ideò humor quo imbutus est alium attrahat, sed cum id experti simus in canaliculo sicco, & ascenderit aqua ultra superficiem aquæ in vase contentam, ideò hic effectus attractioni tribuendus non est.

Neque etiam assignari potest major in uno, quàm in alio gravitatio aëris, si præcisè & simpliciter sumatur. Posset enim aliquis cogitare in vase latiori aërem gravitare per plures lineas non tantùm perpendiculares; sed etiam obliquas, eò quòd latera vasis tales pressiones non intercipiant: hoc est si superficies aquæ non multùm distet à labris ipsius vasis, ferè à toto aëris quasi hemisphærio possunt duci lineæ ad singula superficiei aquæ puncta, atque adeò aër per plurimas lineas in aquam majoris vasis gravitet. At verò in minutiore tubulo, & oblongo, quia non possunt duci nisi ferè lineæ perpendiculares, ideo aër non gravitabit per tot lineas; atque adeò, non ita premet humorem in tubulo contentum unde major proportionaliter erit pressio, in tubulo latiori quam in minutiori, & etiam posset reddi ratio cur in tubulo longiori altiùs ascendat. Hic tamen modus explicandi non arridet, nam ostendimus suprà, plures pressiones uni æquivalere, & unam pluribus. Deinde in tubis laxioribus, licèt observetur eadem proportio, nempe sit unus tubus, centuplus alterius, si parvus sit valde minutus, accidet quidem ut in eo aqua ascendat supra libellam, at verò si tubus minor sit laxior, etiam si compareretur cum toto mari, quod illo erit plusquam centies millecuplus, id tamen non eveniet. Nam si pressio major aëris in vase millecuplò potest in tubulo elevare aquam ad duos digitos; pressio totius maris sine ullo labrorum impedimento poterit aquam elevare ad unum etiam saltem digitum, in vase, cujus basis erit unius pedis. Neque enim major virtus requiritur ad elevandam aquam uno digito in tubo pedali, quam in tubo capillari, ut vidimus, cum stet in æquilibrio cum eâdem aqua, in alio quocumque vase contenta.

Deinde sequeretur quod auctis lateribus majoris vasis, ita ut impedirentur gravitationes per plures lineas; non ascenderet aqua in minori, quod tamen est contra experientiam.

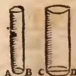
Denique si ex eo quod aër non gravitet per plures lineas; sed per angulum valde acutum, impediatur ejus vis ad premendum, aut saltem minuatur; ut in figura secunda propositionis, secetur quia angulus AEG, major est angulo CFH, aër per plures lineas gravitabit in punctum E, quam in punctum F, ideoque in tubulo præcipuè longiori, quia ille angulus est valde acutus, aër minùs premat aquam, quæ propterea ut minùs pressa, ab opposita & in alio latiori vase contenta, & magis pressâ sursum propellatur, si inquam hæc ratio valeret, quotiescumque esset eadem differentia angulorum, in diversis vasibus communicantibus, toties eadem esset elevatio, quod tamen est contra experientiam. Addo quod si fiat tubus



PR, in superiori parte R obturatus, exceptô exiguo foramine, pressio aëris fiet per angulum valdè acutum; cujus basis erit diameter foraminis. Et tamen aqua non ascendet, si paulò laxior sit tubus. Pariter, si vas oppositum habeat exiguum foramen in S, atque adeò pressio fiat secundum angulum valdè acutum, non desinet in opposito tubulo capillari aqua ascendere: ergo pressio facta per angulum acutum, præcisè ex eo capite non minuitur. Igitur falsa est ratio ab aliquibus allata, nempe quòd ascensus aquæ in tubulo capillari, oriatur ex imminuta aëris pressione, eò quòd per angulum acutissimum fiat. Expertus enim sum millies aërem per exiguum foramen immissum, tam bene gravitare in aquam vase conclusam, ac sublato operculo; modo angustiæ foraminis non continuentur diutiùs.

Admitto igitur aëris gravitationem, fateorque me non posse explicare ascensum aquæ in tubulo capillari, sine aëris gravitatione, paulò tamen aliter rem totam explicare conabor. Supponendo primò partes aëris non ita fluidas esse, ut adhærere corporibus non possint, licèt enim superiorem æthera satis purum, & fluidum omninò asseree possimus, aërem tamen quem spiramus multis alienis corporibus, vapidis & sæpe villosis permixtum esse nemo negare potest. Cum experientiâ quotidiana constet, extranea illa corpora in solari radio videri. Non dubium igitur est quin partes illæ tangendo, solidorum corporum superficies illis adhæreant, atque adeo tantisper sustententur, &

illa sustentatione multùm minuatur earum gravitatio. Nam reliquæ partes illis adhærentes, etiam tantisper illis incumbunt. Dum ergo diximus aquam majore tubo inclusam esse in æquilibrio cum aqua, in minori tubo contenta, si earum superficies ad libellam disponantur, solius aquæ rationem habuimus, non autem incumbentis desuper aëris. Quare dicendum est in eo tantum tubo, supra libellam, aquam ascendere, in quo aër superficiei adhærens notabilem habet proportionem cum reliquo aëre intus incluso. Ponamus enim partes aëris ita esse minutas, ut decimam unius lineæ partem adæquent, superficiei internæ tubi circumquaque adhærebunt partes aëris, ad latitudinem decimæ partis unius lineæ. Si ergo illa decima pars unius lineæ nullam habeat rationem cum reliquo aëre intus incluso, non minuetur ex ea adhæsione sensibiliter illius gravitatio; si verò notabilem, & sensibilem cum eo rationem haberet, ut si esset decima ejus pars aut sexta, haud dubiè de ejus pressione nonnihil adimeret. Si verò sit tantum centesima ejus pars, decrementum erit insensibile. Neque enim soliditas tubi se habet ut ejus superficies, nam cylindrorum æquè altorum convexa, aut concava superficies, se habet ut circumferentiæ circulorum, qui bases sunt cylindrorum. At verò soliditas seu capacitas cylindrorum se habet, ut circuli qui sunt bases eorum; hoc est (*per* 2. 12.) in duplicata ratione



diametrorum. Sint enim duo tubi quorum diametri basium AB, CD; sitque CD dupla diametri AB, erit consequenter circumferentia circuli CD, dupla circumferentiæ circuli AB. Quia autem superficies cylindri æqualis est rectangulo comprehenso, sub ejus altitudine & circumferentia circuli qui basis est ejus, cum altitudo sit eadem (*per* 1.6.) erit superficies, cylindri CD, dupla superficiei AB: aër autem inclusus in cylindro CD, quadruplus est aëris inclusi in cylindro AB. Nam (*per* 11. 12.) cylindri æque alti sunt ut bases, basis autem CD, (*per* 2. 12.) est in duplicatâ ratione diametri CD ad diametrum AB, igitur quadrupla est. Ponamus ergo aërem tubi AB constare 1000 punctis physicis, aër tubi CD constabit 4000 punctis physicis: adhæreant superficiei concavæ cylindri AB 100 puncta, adhærebunt superficiei cylindri CD ducenta. Sed non est eadem ratio ducentorum ad 4000, quæ centum ad mille: igitur plus poterunt centum puncta adhærentia superficiei AB ad retardandam pressionem mille punctorum, quàm adhæsio ducentorum ad retardandam pressionem quatuor millium punctorum. Nam centum est decima pars millenarij numeri, & ducenta sunt tantum vigesima pars quatuor millium.

COROLLARIUM I.

Sequitur primò, quòd in longiori tubo altiùs ascendet aqua, eò quòd retardetur gravitatio plurium partium. Cum enim sit major superficies longioris cylindri, erit etiam retardatio gravitationis plurium partium aëris. Non tamen ascensus sequetur præcisè rationem longitudinum cylindrorum. Quia licet proportionaliter ad longitudinem tuborum retardentur plures aut pauciores partes aëris, quia tamen non retardatur proportionaliter pressio totius aëris extra tubum positi, ideo hic ascensus non sequitur hanc proportionem.

COROLLARIUM II.

Sequitur item ad quamcumque altitudinem aërem ascendere posse, si modò per quascumque angustias aqua intromitti possit. Posset enim tam angustus esse tubus, ut aëris pressio per illum tubum impediretur, & in eo casu ad quamcumque altitudinem ascenderet.

COROLLARIUM III.

Hoc principio explicantur multa, quæ ad attractionem communiter revocantur. Ita spongia si aquam tangat, eâ impletur; aëris enim in poris existentis gravitatione retardata, necessariò acris in aquam vase contentam liberè gravitantis pressio prævalet, & eam in poros, & quasi tubulos spongiæ propellit.

Idem dico de pane, de arena, cineribus; hinc elicitur ratio cur si tubus impleatur arenâ, non ascendet aqua æquè, ac ascendit per cineres: quia cum cineres sint minutiores, minutiora etiam habent intervalla intercepta, unde habent rationem minutioris tubi. Pariter tela exsiccat, & extergit digitos, quia aër externus partes aquæ, introducit. Atque hoc modo faciliè explicantur multa quæ virtuti tractrici inexplicabili tribuuntur. Potest autem multis rationibus rejici hujusmodi virtus attractiva. Primò quia pleraque ex iis quæ videntur aquam exsugere sunt siccissima. Videmus autem in aliis experimentis aquam refugere siccitatem, non igitur corpora sicca possunt aquam attrahere. Secundò ea quæ per virtutem attractivam connectuntur, ita cohærent, ut ex iis fiat unum corpus grave, ita magnes si staterâ examinetur, deprehenditur esse ponderosior, dum illi adhæret ferrum; sed canaliculus in aqua tantisper immersus, si statera examinetur, non ita adhærentem habet sibi aquam; ut propterea fiat gravior, igitur aqua non ascendit, propter aliquam virtutem attractivam affinem magneticæ, aut electricæ.

COROLLARIUM IV.

Ex eo sequitur aquam in canaliculo debere potiùs supremam superficiem cavam, quam planam, aut gibbosam, & protuberantem habere; cum enim non tam impediatur gravitatio aëris in medio tubo, quàm in extremitatibus; cum diximus ideò tantùm impediri, quòd aëris particulæ superficiei adhærerent; sequitur quòd magis propellitur deorsum in medio tubo, quàm in extremitatibus. Ideoque cava est superficies. In vase autem satis magno, pleno usque ad suprema labra, aquæ superficies se accommodat superficiei sphæricæ, cujus centrum est centrum terræ, immò nonnunquam protuberat aqua, si labra sint sicca; quia non potest facilè aqua se insinuare per salebras, & inæqualitates in vase existentes. Cum propter tenacitatem aliquam partes nonnihil cohæreant propterea

pterea melius ascendit aqua in canienlo madefacto. Ita videmus guttas aquæ in sublimi pendere, gravitate guttæ non potente tenacitatem illam vincere; addo & quod gutmla aquæ multam habet superficiem respective ad pondus ut explicuimus suprà.

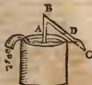
Ad hanc aëris gravitationem multa alia revocantur quæ non sunt hujus loci. Ut quòd duæ guttæ aquæ ubi se attigerint in unam guttam coalescant: cùm enim ex contactu impediatur aëris gravitatio in eam partem, cæteris ab aëre compressis undique, necessariò in unam conveniunt. Pendet gutta ex ligno quia ex parte qua lignum attingit non gravitat aër, si autem festuca ab inferiori parte eam attingas, quia impeditur à festuca ea parte aëris gravitatio; illa sequitur. Experti sunt nonnulli in mercurio contrarium evenire, nempe in minori tubulo, mercurium non ascendere ad eam altitudinem, quam habet in majori tubo, aut in vase. Dicendum est id provenire ex difficiliori divisibilitate ipsius mercurij, qui per tantas angustias non nisi difficulter intromitti possit.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Ascensus aquæ supra libellam, in minutioribus tubis nihil confert ad motum perpetuum.

Quia ex superiùs proposità experientià, posset non nemini in mentem venire, motum perpetuum facilem esse; si enim in minutioribus tubis aqua ascendit supra libellam, alterius aquæ, in majori vase contentæ, excipiatur illa aqua ubi ex minori tubulo effluxerit; & quia invenitur altior superficie alterius aquæ, poterit proprio pondere ad illam ferri, atque in aqua majoris vasis, per tubulum altius effertur, & proprio pondere ad fontem suum regreditur. Hæc inquam cogitatio legitima videri posset, assero tamen ex eo capite nihil confici. Esto enim in aquam tubulo contentam, non possit omnem suam gravitationem aër exercere, ob tubuli angustias, & adhæsionem partium, ubi verò ad os tubuli pervenerit aqua, totus aër in eam liberè gravitabit, impedietque quominus egrediatur, aut effluat. Cum enim si spectentur aquæ, solæ illæ sint in æquilibrio ubi ad libellam dispositæ sunt, cogaturque ascendere nonnihil aqua ob inæqualem aëris pressionem, ubi cessabit ejusmodi inæqualitas omnem motum cessare necesse est: sed dum aqua ad os tubuli pervenerit, invenitur æqualitas pressionis ab aëre factæ. Immò nunquam aqua per tubulum ascendens supra libellam, ad os ejus perveniet; ita vidimus in longiori tubo altius ascendere, si verò decurtetur, quia major fit gravitatio aëris, aqua minus ascendit. Unde tubulus ne ita dicam aquam exsugit, nunquam tamen illam reddere potest. Sic neque aqua per arenam, aut per cineres ascendens potest diffluere, nisi in loco infra libellam aquæ posito. Neque etiam per pannum, hoc est si immergatur pannus aquæ; madefiet quidem ad aliquos digitos, nunquam tamen aqua effluet nisi pannus descendat infra superficiem aquæ. Ita licèt aqua in tubulo possit ascendere usque ad B, nunquam tamen fluet nisi tubulus perveniat in punctum C, infra superficiem aquæ in opposito vase contentæ. Ratio est quia si defectus pressionis aëris eam impellit usque ad B, si tubus perveniat usque ad D



poterit pressio aëris libera eam impedire, quo minus decidat, & superare gravitatem aquæ BD, Si verò perveniat in C cum æqualis sit pressio aëris in vase A, & in puncto C, illæ erunt in æquilibrio; sed aqua BC ex suppositione superat aquam AB; ergo prævalebit.

Hæc necessariò præmittenda fuerunt, ut fontium causas expenderem; cum enim illi ad aquarum æquilibrium revocentur, explicandum prius erat, quomodo intelligendum esset illud æquilibrium.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

De fontium origine.

Hic ex professo fontium causas expendere non debeo, sed tantum eas examinare, quæ ad mathesin spectant. Unde referam aliquas de ea re sententias iisque tantùm immorabor, quæ hujus scientiæ peculiares erunt. Ut autem verus, & germanus quæstionis sensus intelligatur, quæritur quomodo aqua ad ora fontium perveniat & inde profluat.

Nonnulli ex solis pluviis fontes generari existimant, cui opinioni multa sunt quæ favent. Primò quod in locis in quibus infrequentes sunt pluviæ, rarissimi sint fontes, ut in Ægypto & Peruviana regione. Secundò quod mirum in modum pluviis & nivibus augeantur fontes. Tertiò quòd vix ullus sit fons, qui non arescat, deficientibus pluviis, aut saltem mirum in modum non decrescat æstivo calore. A multis rejicitur hæc opinio; nescio tamen an satis benè. Quod enim asserunt non ultra decem pedes terram humectari pluviis, nihil efficit: si enim licèt terra non humectetur nisi ad decem pedes, hoc non impedit quo minus augeantur fontes ex pluviis; igitur terræ soliditas non impedit, quo minùs aquæ pluviæ ad ora fontium perveniant. Existimo igitur maximas esse, in montibus præcipuè cavitates, quæ ad modum cisternarum, aquis pluviis, per rupium commissuras, & hiatus frequentes sese insinuantibus repleantur: quarum ora quia non satis aperta sunt, aquam ad futuram usque pluviam dispensent, & suppeditent. Hoc clarissimum est in Alpibus in quibus quotiescumque accidit ut rupium commissuræ omnes versùs unam partem descendendo ferantur, ibi sunt frequentes fontes, in opposita verò parte nulli. Faciliùs autem aqua per saxorum commissuras sese insinuat, quam per terram faciliusque decurrit. Neque mirum videri debet tantam ex pluviis colligi posse aquarum copiam quæ fluminibus sufficiat:

ficiat: si enim sola pluvia quæ in tectum alicujus domus incidit, colligatur, eisternam efficit, quæ in totum annum in usus domesticos sufficiat; quid mirum si aqua quæ in tot montes depluit, unum aut alterum fluvium efficiat. Alpes Rhodanum tantum quatuor aut quinque minoribus fluviis, Padum pariter aliquibus augent. Esse autem concavitates maximas in montibus clarissimum est: qui enim ad metalla educenda rupes excavant, nonnunquam lacus integros deprehendunt. Meo quidem judicio existimo plerosque fontes ex pluviis generari, cum plerique deficientibus pluviis arescant; nullique sint fontes currentes intelligo, in supremis montium jugis, nisi alius mons altior sit vicinus.

Alia opinio Aristoteli communiter tribuitur, qui asserit sicut ex aëre in media regione, ob frigus condensato generatur aqua, & in pluvias resolvitur, ita etiam in rupibus, & cavernis terræ, posse aërem in aquam converti, cautibus adhærere, & per foramina quasi per Alembicum defluere. Quæ opinio explicanda est; vix enim modò admittitur à quoquam aërem in aquam converti, ob instans frigus. Eò quòd non videatur sufficiens causa productiva aquæ; deinde eò quòd tempore byemali ferè tota aëris regio vicina terræ, in aquas mutaretur, & propter multas alias rationes hujusmodi. Dicendum igitur est vaporem qui substantialiter adhuc aquæ naturam habet, frigefactum rursus naturalem densitatem induere, & qui priùs aëre in specie levior erat, fieri graviorem. Cùm enim intra terram aqua lateat, & in subterraneis locis calor quo attenuetur, & ascendat, adsit & causa frigefactiva, nempe cautes, & rupes quæ se habent quasi Alembici operculi; non videtur aliquid deesse ad hujusmodi conversionem. Accedunt multa quæ id suadeant: nam in montibus ut plurimum sunt fontes, neque ullum invenies alicujus nominis fluvium qui ex montibus originem non ducat, planities quidem puteos, fontes autem vix babent. Nonnulli ubi aquæ copiam ingentem in fluvii alicujus alveo vident, incredibile existimant fieri posse, ut ex cautibus quasi ex Alembicis profluat, qui tamen ex montibus ita magnis vix unum aut alterum rivum profluere viderit, facilè in tam vastis cautibus posse eum formari crediderit.

Quamvis hic modus explicandi à veritate non sit alienus; non solvit tamen difficultatem. Esto enim possine cautes innato frigore, vaporem in guttas aquæ convertere, unde tamen tanta vaporum copia, quæ tot perennibus rivulis, & fontibus sufficiat. Quare existimo originem fontium esse mare, id etiam asserente scripturâ, nempe omnia flumina in mare se exonerare, mare tamen non redundare: quia aquæ ad ora fontium feruntur, ut rursus fluant. Quare nobis examinandum restat quomodo aqua ex mari ad fontium ora perveniat, principium enim motûs, quo fontes, & flumina in mare præcipitantur est gravitas, cum depressior sit superficies maris fontium origine. Voluerunt quidem aliqui superficiem maris altiorem esse, sed male alioquin deberet per fluminum ostia in terras influere, non autem flumina in mare. Si ergo superficies maris depressior est superficie fluminum, & superficies fluminum humilior origine fontium, necessariò etiam dicendum est fontes altiores esse superficie maris, & hoc mihi demonstratum est: cum nunquam aqua in libero aëre fluat, nisi ut locum humiliorem petat, sed aqua fluit ex fontibus in mare; ergo fontes altiores sunt.

Voluerunt nonnulli mare alicubi esse altius superficie terræ. Sed quæro qnomodo maris illius aquæ, non influant in alia maria eorumque superficiem attollant. Neque enim minùs hoc ridiculum visum est, quam si assererem in aliqua parte vasis ejusdem, aut plurimorum invicem communicantium, aquam altiorem esse, quod supra impossibile esse asseruimus. Restat igitur quæstio quomodo aqua ex mari, humiliori nempe loco, ad ora fontium deferatur.

Assero igitur etiam datis quibuscumque canalibus, & subterraneis cuniculis aquam non posse vi æquilibrii ad montium juga ascendere. Nam mare si cum canali comparetur se habet per modum vasis communicantis, sed ut vidimus (*in prima hujus*,) una libra aquæ est in æquilibrio cum aqua cujuslibet vasis, si ad eandem lineam horizontalem pervenerint; ergo ex eo capite nihil subsidii haberi potest ad fontium originem explicandam. Accedit quod dum per æquilibrium aqua ascendit, debeant canales, & tubi non esse interrupti, priùs enim omnis obvia capacitas repleretur, quàm aqua ascenderet, subterranei autem specus, quam pluribus locis interrumpuntur, priusquam ad fontium ora perveniant.

Alia via, quâ posset simplex æquilibrium explicari, esset per vasa liquorum heterogeneorum. Cum enim aqua maris occulto itinere terras subeat, & in transitu per multiplices anfractus per arenas, & argillam percolata salsedinem deponat, & amaritudinem; mare autem suam salsedinem retineat, erunt quasi duo vasa communicantia diversorum liquorum, & cum gravitas aquæ salsæ major sit gravitate specifica aquæ dulcis; erit (*per 9. hujus*) ut gravitas specifica aquæ maris ad gravitatem specificam aquæ dulcis, ita reciprocè altitudo aquæ dulcis ad altitudinem aquæ maris; igitur poterit aqua ad majorem altitudinem ascendere quàm sit maris superficies.

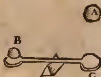
Expendendum est quam sit dispar gravitas aquæ salsæ à gravitate aquæ dulcis, quam quidem expertus non sum: crediderim tamen non differre vigesimâ parte, vidi in aliquibus autoribus differre tantum quinquagesimâ sexta parte. Ponamus item maris altitudinem esse unius leucæ, quod non crediderim, igitur poterit vi istius principii aqua dulcis tantum ascendere supra maris superficiem vigesima parte unius leucæ, constat autem dari fontes quorum origo à superficie maris sit altior unâ Leucâ, igitur hoc principio explicari non potest ascensus aquæ in fontibus supra maris superficiem.

Tertius modus erit si impetum advocemus, cum enim mare incrementa identidem habeat, ita ut aut nativa spirituum in aquis delitescentium vi, in sublime attollatur, aut luna æstum & intumescentiam in ea producat, ubi ejusmodi montes devolvuntur, & detumescunt, ingenti impetu aquas ad littora, & terræ hiatus, & cuniculos impellunt, immò ad montium usque juga attollunt, eumque illi æstus sint ferè continui, inde illa in fontibus perennitas. Hæc ratio explicandi, multis confirmari posset ut ex scyllâ, & charybdi: sunt enim hiatus immanes, aquarum vim ingentem absorbentes. Secundò videmus sæpè, etiam in aperto aëre, ventorum vi illisum ad cautes & saxa fluctum, in altum sese efferre ad multas exapedas, multò magis, aqua intra subterraneos meatus

tùs contenta, vi impulsa, efferetur in altum.

Ut examinetur hic modus, duo sunt consideranda, quænam sit maris intumescentia, quæ detumescendo tanta vi aquam propellat. Certissimum autem est in æstibus maximis maris tumorem ad aliquas tantum orgias, quinque aut sex pervenire, unde cum aqua quomodocumque præcipitetur, non possit ascendere, nisi quantum descendit; non adhuc vi illius impetus, poterit efferri ultra altitudinem maximæ intumescentiæ maris in æstibus.

Secundùm quod perpendendum nobis est, an multa aqua præcipitata possit exiguam aquæ copiam altius efferre, quam sit locus unde præcipitatur: verbi gratiâ, an torrens ex altissima rupe præceps, attollere possit in tubo aliquo aquam ad majorem altitudinem, quàm ipse ruat. Sicut



enim si magnus globus incidens in vectem C, potest minorem globum B ad majorem altitudinem elevare, quam ipse eeciderit; ita etiam videtur ingens mons detumescendo præcipitatus, longiùs posse per canalem subterraneum aquas amandare, & supra libellam attollere.

Invenio tamen maximam liquida inter, & solida differentiam, quod solida tota simul feratur, at verò liquida non item. Dum enim mons aquæ detumescendo ad littus propellitur, ejusque aliqua pars in subterraneum meatum incurrit, non totus in aquam meatu contentam vim suam exerit; sed major pars in littora illiditur, quare ea eo capite non majorem concipiet impetum aqua, quàm si illa sola pars quæ ostia subterranei cunieuli nanciscitur, ex ea altitudine decideret. Addo ulteriùs quod ut salsedinem deponat aqua, debet per angustias & arenulas percolari, in quas impingendo totum conceptum impetum amittet.

Quartus modus erit si admittamus ex mari aquam in plurima telluris loca emanare, nam fontes prope mare, & putei salsi sunt, etiam ad plurimas leucas aqua salsiuscula est, & in insulis putei salsi sunt, minùs tamen quam mare. Posset addi quod in omnibus ferè regionibus fontes salsi reperiantur; quotiescumque enim subterranei meatus sunt laxiores, aqua non deponit suam salsedinem. Crediderim tamen fontes salsos immediatè ea mari non procedere, cum inveniantur in montibus; sed ut plurimum aquam salsam esse profundiorem, quæ halitu suo terram impositam inficiat, eique salsedinem communicet, fons autem alius in superiori terræ tractu terram hac salsedine imbutam pervadens, eandem salsedinem contrahat. Igitur non existimo debere ullam legitimam difficultatem illi fieri qui asserat, ex mari per cavernas, & subterraneos specus aquam totam ferè terram pervadere, modò asserat aquæ sic ex mari deductæ superficiem humiliorem esse superficie maris; unde restat adhuc difficultas quomodo, ex tam depresso loco ad mòntium cacumina deferatur.

Posset aliquis comminisci, quod terra spongiosa sit, sicut ergo accidit dum spongiæ extremitatem aquæ immergimus, ut aqua ascendat, totamque pervadat, aut etiam trans arenam, aut cineres in sublime evehatur, ita etiam in hoc casu dici posset, per secretos meatus, & capillares tubos aquam ex inferiori loco, ad terræ superficiē, immò & ad supremos montes ascendere. Sed hic modus rejicitur ea iis quæ superiori propositione diximus, nempe dato quòd aqua per rimas à pressione aëris in sublime efferretur, ille tamen modus inutilis esset ad fontes generandos; quia ubi ad ora syphunculorum pervenisset aqua, pressio aëris ejus egressum inhiberet, ut supra demonstravimus.

Solus restat modus jam supra indicatus, nempe calor. Sicut enim subterranei ignes, & terra calida est, ut experiuntur qui ad aliquas orgias montes perfodiunt, ut metalla eruant; sæviente enim hyeme teporem aliquem ea periuntur, igitur non minùs calor terræ inhærens potest aquam rarefacere, quàm solis calor, quod jam supra explicui.

Difficultatem facit aliquibus tanta aquarum copia, quæ ex fontibus in flumina derivatur, volunt etenim aquam fluviorum intra annum fluentem globum multò majorem terrestri efficere; quod asserere videtur Aristoteles. Ego verò subductis calculis, rem aliter se habere deprehendo. Sumamus Rhodanum, ejusque profunditatem inquiramus, quam ponamus esse in aliquibus locis triginta pedum, latitudo alvei, sit trecentorum pedum; certum autem est propè ripas non esse tantam profunditatem. Navigetur sine remis, aut ventis; sed tantum animadvertatur via quam conficit aqua intra horas 24; prope mare non erit quindecim leucarum; dico ergo si fieret fossa trecenties sexagesies sexies major alveo Rodani, quæ lacum mediocrem non excederet, & quæ nihil esset comparatione Orbis terreni, hæc inquam fossa, totam aquam intra annum præterlabentem contineret.

Omnibus tamen pensatis, licèt forsitan impossibile non negarim, fontes ex mari per subterraneos meatus, & per rarefactionem fieri posse, existimo tamen ferè omnes fontes ex aquis pluviis, in montium receptaculis collectis generari: cum via assignari possit fons aliquis qui ex pluviis non accrescat, & plerique deficientibus arescant. Sæpè tamen accidit ut longiùs, ab origine denuo oriantur: dum enim flumina terras præterlabuntur, insinuant se in montium rimas, & sæpe non ita præcipitem alveum nanciscuntur, quam flumina ex quibus oriuntur, ita ut post aliquas leucas longè altius oriantur, quam sit fluvii alveus; ita dum aquam ad pistrina ex fluviis deducimus, sæpe post centum passus, dum ejus alveum altiorem conservamus, eassum notabilem aquæ tribuimus. Miramur quidem nonnunquam fontes copiosos, nec inducere in animum possumus tantam aquæ copiam ea pluviis colligi posse; sed sæpe accidit ut per subterraneos alveos, in unum colligatur pluvia, quæ in montibus variis ad viginti leucas depluit.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Fontem naturalem construere.

Sit aliquis cui sint quam plurima terræ inutilis

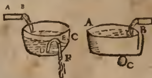
lis jugera, in loco præcipuè elevato, ut in colle, fiat fossa ingens ex qua terra egeratur, fiantque in gyrum aggeres, ut aquam continere possint, hæc fossa sit pluribus locis, variis meatibus & cuniculis ex lapide impolito permeabilis, quo plures erunt eo meliùs; immò poterunt meatus alii aliis imponi, omnes tamen in unum colligantur, in quo erit foramen mediocre; desuper filicibus, calculis & ad duos aut tres pedes glarea operiatur hæc fossa, si autem fieri possit etiam ad illam aliunde derivetur aqua pluvia. Dico constructum esse fontem perennem quidem, si tantæ sit capacitatis, ut possit aquam ab una pluvia ad aliam per foramen subministrare: si verò perennis non sit, poterit esse utilis domesticis usibus, ita ut laxato tantum epistomio aqua decurrat.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Fons Altacombanus, & fons Puigrossensis statis tantum vicibus decurrentes.

Non refero hîc quàm plurimos fontes, qui per intervalla tantum fluunt; nam in locis maritimis, facilè id maris æstui tribui posset, præcipuè verò, si in loco humiliori inveniantur, ad quem maris aqua, dum intumescit perveniat. Unum tamen moneo vix esse inquirendam fontium, hoc modo mirabilium causam, nisi ab iis qui fuerunt oculati testes, tot enim mendacia in hoc genere referuntur, & tot circumstantiæ à vero alienæ, ut res alioquin facilis sæpe intricetur. Duos hîc habemus fontes quos vocant mirabiles, unum prope Abbatiam Cistereiensium, quam Altacombam dicimus, distantem Camberio quatuor circiter Leucis. Hic fons non semper fluit, nec singulis diebus; dum enim est aridior anni tempestas, omnino deficit; ita plurimi ad aliquos dies, eius fluxum expectarunt, nec tamen viderunt. Aliquando intra horam duodecies fluit, ut semel experti sumus, interea dum prandéremus, undecies aquam dedit. Ex hac irregularitate emanavit hoc proverbium, ut dicatur nunquam fluere coram illegitimis, & spuriis. In eo nihil aliud notatu dignum animadverti, vices enim ut plurimùm eodem die sunt æquales, & æqualia tempora. Quæritur hujus rei ratio. Scio nonnullos ad æstum maris recurrisse, sed malè, distat enim Camberium à mari sexginta leucis, & hic fons in lacum Burgeti, lacus in Rhodanum, Rhodanus in mare Mediterraneum præcipiti cursu influit, qui maximam hujus fontis supra maris superficiem denotat altitudinem. Mulsò minus ad fluctus maris, qui haud dubiè crebriores sunt, & non duodecies intra horam, sed plusquam centies intercurrunt. Idem dico de aliis intra montis vicini viscera lacum comminiscentibus, quem cùm aura agitaret, exundare cogeret, sed crebriores essent vices. Assignabo igitur causam facilem, & ex nostris principiis pendentem, immò quæ talis sit, ut fontem quemcumque continuum, in alternum fontem mutare possis. Primus modus hic erit. Sit AB fons continuò fluens in cavitatem E C, quæ aquam continere possit, in ea autem sit syphunculus incurvus DEF, nempe foramen in rupe fortuito casu repertum, quod à fundo cavitatis sursum ascendat in E, descendat autem in F, ita ut crus EF sit longius crure DE; item foramen aut tubus D E F sit capacior tubo AB, possitque majorem copiam aquæ exhaurire,



quàm defluat per AB, dico fontem continuum AB mutatum esse in alternum.

Cum enim aqua replebit capacitatem BC, nihil effluet, sed augebitur aqua in tubo DE, donec perveniat in E; tunc enim aqua præcipitabitur in F, & quia aër incumbit & gravitat in aquam cavitate BC contentam, & per illam gravitat in aquam tubo DE comprehensam, gravitat item in aquam E F. Aqua autem in E F ponderosior est aqua D E, saltem majus momentum habet, quia ex suppositione major est eius altitudo; quantum autem est momentum aquæ A B, tantùm retardatur gravitatio aëris ex parte F, sicut quantum est momentum aquæ DE, tantum de momento aëris gravitantis in aquam DE perit; majus igitur erit momentum aëris gravitantis in DE quàm gravitantis in EF. Igitur aër gravitans in DE, vincet & attollet aquã, cogetque ad egressum. Et quia ex suppositione, tubus DEF major supponitur tubo AB, & plus aquæ exhaurire potest quàm possit tubus AB subministrare, ideo minuetur aqua & tandem exhaurietur tota, & tubum DEF aër subintrabit per orificium D, tunc cessabit aqua, expectandumque erit donec rursus in cavitate B C aqua perveniat in E; tunc rursus fluere incipiet, & sic statis vicibus fluet. Sequitur quod si aqua per unum aut alterum diem æqualiter subministretur per AB, æqualia etiam erunt intervalla: si verò minor copia subministratur sint longiora; si nulla, nulla etiam fluat per F; si abundantior sit in AB, & tanta quanta, per F, effluit, tunc nullæ sint vices & continuetur fluxus aquæ. In Altacombano fonte nullam irregularitatem animadverti, nec audivi quæ me cogerent quid aliud comminisci.

Alii verò rem aliter explicant, supponunt enim ingentem aliquem lapidem & vacuum, fortuito casu, ob subjectum alium lapidem tanquam hypomoclion, ita potuisse in æquilibrio poni, ut vacuus staret rectus, plenus autem inclinaretur. Sit enim talis lapis AB, sustentatus in puncto C, ita tamen ut major pars cavitatis vergeret ad punctum A. Licèt dum vacuus esset nonnihil præponderaret pars eius B, quia tamen dum aquâ impletur major pars aquæ vergit ad partes A, ideò potest pondus aquæ præponderare, & tunc inclinabitur, & aquam effundet: effusâ aquâ rursus pars eius B præponderabit, eritque expectandum donec denuò impleatur aquâ. Ita videbimus in machinis hydraulicis vasa culminantia.

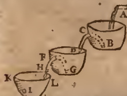
Quamvis hunc modum possibilem absolutè judicem; improbabile tamen videtur intra rupem fortuito casu ita dispositum esse lapidem in æquilibrio, ut id præstare possit, cum opus sit artificio satis exquisito ad id consequendum.

Notatæ sunt aliæ irregularitates in fonte Puisgrossensi distante Camberio duobus circiter milliaribus prope pagum cui nomen *Puisgros*. Non enim tantùm per intervalla decurrit, sed cum semel coe-

pit,

pit, aliquando decies aliquando vigesies fluit, ita ut inter utrumque fluxum vix sufficiat tempus necessarium ad eius cavitatem exhauriendam. Non enim tantùm per superiora labra aquam effundit; sed etiam videtur aquam resorbere, ideo quia inferiori cavitatis parte meatum habet ingentem; sed plenū arena, per quem sensim tota effluit aqua. Eum fontem adivi bis, aut ter, singulisque vicibus per unam aut alteram horam sum commoratus, nullum tamen eius fluxum vidi. Anno prætetito circa æquinoctium vernum eum adivere duodecim ex nostris, qui per totum diem ibi versati sunt, bis tantùm venit nempe circa decimam, & circa tertiam horam, fluxitque, circa decimam vigesies intra semihoram, ita ut fluxus se invicem exciperent, nec daretur tempus totam concham exhauriendi. Circa tertiam videntur non tot fluxus fuisse; hæc irregularitas difficultatem auget. Neque enim simpliciter est fons alternus, sed in singulis vicibus animadverterint aliqua reciprocatio, quâ aqua in eius cavitate augetur & minuitur, immò dum ultimò resorbetur aqua, non sine murmure quasi intercepto aëre recedit.

Pensatis omnibus id duobus modis fieri posse existimo. Primò si duplex syphunculus incurvus supra descriptus adhibeatur, nempe sint duæ cavitates instructæ suis syphunculis, prima quidem capacior, quæ verbi gratiâ quater aut quinquies in die fluat singulis vicibus per semihoram. Alia verò paulò minor in qua ad syphunculi fluxum, aqua intra duo aut tria minuta perveniat. Sit enim fons perennis A cujus aqua continenter defluat in cavi-



tatem A B C, impendatque quinque verbi gratia horas ut eam impleat, perveniatque ad fluxuram C, tum per syphonem BCD aqua exhaurietur intra semihoram. Sitque alia concavitas inferior FG, quæ impleatur intra duo minuta, ita ut debeat fluere aqua per foramen D, per tempus duorum minutorum ut perveniat in F; possit tamen tubus GFH aquam exhaurire, hoc est possit pluš aquæ effundere, quàm subministretur tubo BCD. Sit ultimò receptaculum in cujus imo sit foramen I glareâ plenum, per quod aqua effundi quidem possit, sed sensim. Dico quinquies circiter tantum in die aqua apparebit in receptaculo K L, & singulis vicibus septies, aut octies fluet. Nam aqua per foramen D singulis quinis horis fluet per semihoram, cum autem intra duo minuta perveniat aqua ad fluxuram F, ubi fluxerit per duo circiter minuta aqua per H, & exhausta fuerit cavitas FD, sistet aqua per alia duo minuta; dum autem fluit per H cito implet receptaculum KL, immò effunditur supra labra; ubi verò cessat, reliquum aquæ per foramen I occultum sensim elabitur, videturque ebibi aqua, & hoc quamdiu fluet aqua per D, hoc est per semihoram integram.

Alii existimant unicam esse cavitatem, ABC, in quo fluit magno impetu aqua per syphonem BCD, immo præcipitetur ut perveniat ad receptaculum KL, deinde regrediatur, eodem ferè modo quo fluctus maris aut funependulum, & hoc faciat illas alternas vices quæ intra semihoram accidunt. Hæc mihi in mentem venerunt, nec volui causas nisi faciles, & ex mechanicis accersere, remque hoc modo possibilem judico: an vérò de facto ita sit, alii judicent.

Antequam ulterius procedamus de aliis fontium effectibus, esset dicendi locus, si isti effectus ad mathesim pertinerent. Et primò quidem de saporibus facilis est solutio; eos enim ex terris, & mineralibus per quorum fodinas transeunt contrahunt. Secundò hyeme calidi ut plurimum, æstate verò sunt frigidiores, quod commune est omnibus locis subterraneis, in quæ hyberno tempore, spiritus calidiores, aut se recipiunt, aut conservantur, quòd à circumstante frigore, ulteriùs progredi, aut propter poros glacie & nivibus obturatos prohibeantur, æstate verò facilè avolent, & aquam, suo nativo frigori se restituere permittant.

Maxima difficultas quam in hac materia patior, est haud dubiè explicatio fontium calidorum, qui simul sulphuris, aut aluminis saporem & odorem habent. Neque enim unquam in animum inducere potui, solas sulphuris, aut aluminis particulas aquæ permixtas posse tantum calorem producere: quare crediderim vere latere ignes subterraneos quibus sæpe rupes integræ calefiant, quas eum aqua præterfluat, tantum calorem concipit. Sunt in Japonia fontes subjectis flammis bulliente aqua calidiores.

Alii frigidissimi & aciduli.

Explicare etiam placet quomodo sint aliqui fontes, qui dum pluit non fluant, ubi verò pluvia resedit jam fluere incipiant. Existimo igitur sæpe dum pluere incipit exsiccatos antea fuisse, atque adeo aquam non dare dum pluit donec pluviam exceperint. Posset item fieri ut si cavitas undique clausa esset, quia nullus potest aër subingredi, poris eius pluviâ obturatis ut aquæ cursus sistatur: ut accidit in multis hujusmodi casibus, ubi verò aqua subsederit, locumque aëri fecerit, ut tunc fluat.

Canatina dicitur vocibus & clamoribus excitari, ob motum scilicet aëris quo commovetur tota aqua, & sæpe fontium ora, priùs clausa aperit.

Sunt nonnulli fontes qui æstate turbentur, eò quòd propter siccitatem summam terra, in pulverem minutum redacta, non satis sit compacta, plurimæque illius partes in aquam decidant.

Alia multa curiosa de fontibus dici possunt; quæ de industriâ ut ab instituto nostro aliena prætereo, ut ad modum deducendi fontes accedam.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Libellatio.

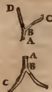
Positis in superioribus propositionibus, principiis universalibus, modò ad praxin descendimus, inquirimusque methodum fontes deducendi. Et primò quidem hic præmittendam censui, methodum fontes inveniendi si latent. Vitruvius libro octavo Architecturæ ita dicit. Si fontes non profluent, quærenda sub terra sunt capita, & colligenda quæ sic erunt experiunda. Antequam sol exortus fuerit, procumbatur in dentes, in locis in quibus erit quærendum, & in terra, multo

mento collocato, prospiciantur eæ regiones, sic enim non errabit excelsiùs visus, quàm oporteat, cùm erit immotum mentum, sed ab libratam altitudinem in regionibus certâ finitione designabit. Tunc in quibus locis videbuntur humores se concrispaores; & in aëra surgentes, ibi fodiatur; non enim in sicco loco, hoc signum potest fieri. Vult igitur ut ex vapore se attollente judicium feratur de vena intus latente.

Affert item & alia signa, nempe ex terra; vult enim in creta, sabulone soluto, terra nigra, vix inveniri salubres aquas, in glareâ verò mediocres venas, in sabulone verò masculo, arenâ, & carbunculo certiores; in montium radicibus, in saxis & silicibus uberiores & salubriores esse. Signa autem erunt juncus tenuis, salix erratica, alnus, vitex, arundo, hedera, quæ ali non possunt sine humore: licèt hæc signa infallibilia non sint eò quòd etiam inveniantur in iis locis quæ collectam aquam diu conservant, non sunt tamen negligenda.

Dum verò dubitabitur de aliquo loco peculiari, vult fossam fieri latitudine trium pedum, ad profunditatem pedum quinque, pelvimque aut scaphium oleo priùs inunctum inversum ibi collocari, & arundinibus, palea, immo & terra operiri; si enim postero die in eo guttæ aquæ appareat, signum est latentis aquæ. Item si in eadem fossâ collocetur vas creteaceum non coctum quod humidum apparebit; vellusque si collocatum apparuerit posterò die madidum; ita ut humor exprimi possit, erit pariter signum aquæ copiosæ. Non minùs si lucerna concinnata oleique plena & accensa in eo loco operta, fuerit collocata, & postero die non erit exstincta, sed habuerit reliquias olei & ellychnii, ipsaque humida invenietur: indicabit locum habere aquam, ideò quod omnis tepor ad se ducit humorem. Item in eo loco ignis si factus fuerit, & percalefacta terra & adusta, vaporem nebulosum ex se suscitaverit, is locus habet aquam. Cum hæc erunt his pertentata, & quæ supra scripta sunt signa inventa, tum deprimendus est puteus in eo loco, & si caput erit aquæ inventum, plures sunt circa fodiendi, & per specus in unum locum conducendi. Hæc maximè in montibus &c.

Est etiam alia methodus quæ haud dubiè si omnibus succederet esset mirabilis; utuntur enim nonnulli virgâ amygdalinâ, aut coryli, usus est talis. Primò abscinditur ramus coryli bifurcatus qualis est ABCD, ita tamen ut duæ virgæ BD,



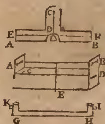
BC sint unius anni, truncus verò AB, aut saltem pars illius sit anni prioris. Abscissum hujusmodi ramum, suis exuunt frondibus, deinde utroque pugno inversum tenent, ita tamen ut pars exterior pugni deorsum vergat; hoc est ut duo minimi digiti se respiciant; tum hujusmodi ramum, sic inversum firmiter utroque pugno constrictum tenentes, ambulant in iis locis de quibus est aliquod dubium an aquam latentem habeant. Ubi aquæ latenti imminebunt perpendiculariter; ramus quantumvis firmiter constringatur, invertitur & pars AB deorsum vergit, ita ut extremitates pugnis contentæ torqueantur. Duo sunt quæ me commovent in hujusmodi experimento, primùm quod non omnibus succedat: secundum quod non tantum sit usui ad inveniendas aquas, sed etiam ad metalla. Semel enim pecunias in terra abscondi de industriâ, quæ ab aliquo nobili me præsente ramo coryli inventæ sunt. Fontes autem ita certò inveniebat idem, ut totum fontis cursum in solo notaret. Habebat item alia signa; nam ubi fontem ex ramo coryli deprehenderat, ut erat oculorum acie acutissimâ, erumpentem ex terrâ vaporem distinguebat, & caput fontis statim assignabat. Hoc me sæpe ita perculit ut innio pactum cum dæmone suspicarer; cum tamen nec verba, nec aliquid hujusmodi deprehenderem, & ramus coryli omni tempore, ut fontium index habitus sit, nullum de illo judicium fero, sunt enim tam multa in rerum naturâ, quorum causas ignoramus, ut si propterea ea suspecta haberemus, quod captum nostrum superant, vix pedem movere liceret: sed ad institutum nostrum revertamur; & inventum fontem quò libuerit, si tamen possibile sit deducamus.

Supra vidimus, & in praxi tanquam principium habetur; aquam non posse ascendere nisi quantùm descendit. Quare quotiescumque agitur de fonte, deducendo, necessariò examinandum erit, an locus ad quem derivandus est, sit depressior & humilior; an verò elevatior, capite fontis. Ut autem id examinetur libellatione opus est.

Est autem libellatio descriptio lineæ tangentis terram, aut circulum aliquem terræ concentricum in eo loco in quo versamur. Dixi primò aut circulum terræ concentricum, cum enim non in planitie, tantùm; sed etiam in montibus libellationes instituamus, debemus cogitare per locum in quo libellam statuimus, circulum cujus centrum idem sit cum centro terræ; ad quem circulum ducatur tangens. Addidi in loco in quo sumus, alioquin omnis lineâ quomodocumque ducta esset linea libellæ. Nam intelligatur duci quæcumque linea quantumlibet inclinata, ad eam ex centro terræ duci potest perpendicularis, & per punctum illud in quo à perpendiculari secatur, describi circulus, terræ concentricus, quare erit hæc linea tangens. Potest etiam definiri linea libellationis ea quæ quantumlibet producatur superficiem terræ non attingat. Terra enim tam vasta est, ut quæ superficiem eius non attingit horizontalis censeri debeat. Quod tamen secundùm mathematicam præcisionem verum non est.

Ad libellationem varia sunt instrumenta. Commune instrumentum duabus regulis constat ad angulum rectum se intersecantibus, ut figura satis indicat: parùm autem interest quomodocumque componatur, modò linea CD sit perpendicularis ad AB. Quò autem erunt longiora brachia eò operatio minus periculosa erit. Debet autem in aliquo puncto lineæ CD, annecti filum valdè tenue, è quo bolis satis gravis dependeat. Si longiores debeant esse libellationes, debet regula AB duobus pinnacidiis instrui, vel in linea AB, vel in aliqua linea illi parallela, perinde est: non describo autem

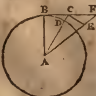
autem pionacidiorum figuram, cum aliis instrumentis sint communia.



Hoc instrumentum libella vocetur. Ne autem fiat instrumentorum multiplicatio, certum est quodcumque instrumétum, quod angulum rectum contineat, vices libellæ obire posse; ut semicirculus, quadrans circuli, squadra, compassus proportionalis, & alia hujusmodi, quæ ad angulum rectum accommodati possunt, si nempe unum eorum latus perpendiculo accommodetur, aliud latus lineam horizontalem, quam præcipuè hic quærimus, indicabit.

Operæ pretium erit hydraulicis instrumentis totum negotium exequi, nec ad alia recurrere: tam enim exactè superficies aquæ, maximo terræ circulo accommodatur, quàm perpendicula, ad terræ centrum diriguntur. Unde nonnulli parallelepipedum oblongum vacuum componunt, ea materia quæ aquam continere possit, in cujus extremitatibus sunt duo pinnacidia A & B, item duo foramina C & D, æqualiter à pionacidiis vicinis distantia; infunditur autem aqua, & ita inclinatur instrumentum donec æqualiter per utrumque foramen fluat, tunc si per utrámque dioptram respicias, linea visualis horizontalis erit. Cùm enim superficies aquæ (*per primam hujus*) se accommodet maximo terræ circulo, puncta C & D æqualiter à terræ centro distabunt; & consequenter puncta A, & B. Quare divisâ lineâ A B bifariam in E, si ex centro terræ ducatur linea E, hæc erit perpendicularis ad AB; omnis autem perpendicularis, ad lineam ductam à centro terræ, horizontalis est. Quia verò sæpè accidit, ut dum apertus est canalis ventis, turbetur superficies aquæ; posset aliter constitui, nempe si constet canali, utrinque ad angulum rectum efformato ut figura satis exhibet, in quo sint duo foramina KI, per quæ æqualiter aqua exeat, pinnacidia autem æqualiter à foraminibus distent.

Aliqua circa libellationes observanda sunt. Primùm si fiat libellatio unica duorum milliariorum, hanc recedere à centro terræ circiter pedes, $3\frac{1}{7}$.



Sit enim terræ centrum A, linea BC tangens, seu linea libellæ; sitque arcus BD duorum milliariorum; unum autem milliare, io terra est unum minutum, sunt enim in gradu 20 leucæ, in leuca tria milliaria: ergo sexaginta milliaria. Ex tabula secantium, posito sinu toto AB partium 10000000 invento secantem duorum minutorum, seu lineam AC esse partium 10000002; seu lineam DC esse partium duarum: Sed AB est leucarum 1200 seu milliariorum 3600, milliare continet mille passus geometricos: erit ergo AB passuum geometricorum 3600000; in passu geometrico sunt pedes quinque; quare AB continebit pedes 18000000. Si ergo 10000000 partes dat mihi DC duarum partium, quid dabit 18000000, invenio pedes 3 & $\frac{1}{7}$ unius pedis.

Quare si esset fons in B, non flueret aqua ex B in C, sed potiùs ex C in B: minoribus libellationibus id negligi potest, in majoribus non item.

Pluribus minoribus libellationibus non tam recceditur à centro terræ, quàm unicâ majori, receditur tamen. Sit enim prima libellatio BC, secunda libellatio CE, sit autem unica BF; dico punctum F, magis recedere à centro terræ, quàm punctum E; punctum E tamen magis esse remotum, quàm punctum C.

Demonstratio. In triangulo ABC angulos ABC est rectus, nam linea libellæ BC debet esse perpendicularis ad lineam AB tendentem ad centrum terræ A: igitur angulus ACB acutus est, igitur angulus ACF erit obtusus. Angulus item ACB rectus est, nempe angulus libellæ, ergo minor angulo ACF; linea igitur CF cadet supra lineam CE. Item in triangulo ACE, cujus angulus ACB rectus est, erit latus AE majus latere AC(*per* 17.1.) atque ita deinceps ostendemus singulas libellationes recedere à centro terræ.

Ut huic incommodo occurramus, dum majores libellationes instituuntur, ne collocetur libella in extremitate, sed si fieri potest, æqualiter in medio duorum signorum. Ex quo duo consequeris, primum quòd illa duo signa quæ per dioptras videbuntur, æqualiter à terræ centro distabunt: secundum quòd pauciores erunt necessariæ libellationes. Neque enim linea visualis nisi ad trecentos pedes cum certitudine protenditur: ideo in plurimas libellationes sexcentorum pedum, spatium libellandum dividendum est. Usus autem cætera docebit, ostendetque quomodo per pinnulas respiciendum, & quænam sint aptiores: videntur autem aptissimæ si rimulam satis latam habeant, & in medio rimulæ filum tenue extensum; ita autem diriges aciem, ut fila duo sibi exactè respondeant.

Quia in libellationibus hujusmodi videtur difficile & operosum, ut præcisè tantundem elevetur libella quantum necessarium est, ut per dioptras signum aliquod videatur. Primò eriguntur hastilia duo, ad magnam distantiam; qualia sunt AB CD, etiam in pedes & digitos divisa; tum applicatâ



libella in medio ut par est, respice utrinque duo signa, quæ elevabuntur, donec per dioptras videantur D & B. Tum translatâ libellâ inter alia duo hastilia, respiciantur signa E, & F, scies signum F, esse depressius, quantum signum E, deprimitur infra signum D, & ita consequenter adhibitis pluribus libellationibus idem consequeris, sese que subductis, aut additis differentiis, quantum ultimum signum sit humilius, seu vicinius centro terræ quàm primum. Atque hæc videntur sufficere ad derivandos fontes, quod in præsenti propositione requirimus.

Ut exactior habeatur libellatio nonnulla observanda sunt, res enim lubrica est, in qua errores vel minimi, in maximos & intolerabiles excurrunt; maximè si libellationes longiores, ad fontium, & fluminum derivationem instituantur.

Libellatio igitur nihil est aliud quàm inquisitio, an duo quælibet loca ejusdem sint, vel diversæ altitudinis, hoc est æqualiter, vel inæqualiter distent à centro terræ: distabunt autem æqualiter, si in circumferentia ejusdem circuli, cujus centrum sit idem, ac terræ, versentur. Quod manifestum est ex definitione circuli ex quo sequitur nullius lineæ rectæ plura quam duo puncta, posse esse æquè alta, nam circulus lineam rectam in duobus tantum punctis secare potest.

PROPOSITIO XVII.

In linea horizontali duo puncta æqualiter à puncto contactus, seu puncto perpendiculi remota, æquè alta sunt, inæqualiter remota diversam habent altitudinem.

Horizontalem voco lineam, eam quæ cum perpendiculo æquales angulos comprehendit, sive re verâ tangat circulum terræ, hoc est circulum æquilibrii terræ ut vocant, seu circulum per superficiem quieti maris transeuntem, sive non. Licèt enim horizon propriè physicus, sit planum tangens superficiem terræ, superficies autem terræ, intelligatur superficies quieti maris producta undique sphæricè, nihilominus quæcumque linea huic plano parallela, pro horizontali sumi potest, & in hac acceptione sumetur. Dico ergo in tali linea, puncta æqualiter à perpendiculo distita, esse æquè alta seu æqualiter à centro terræ distare. Sit enim talis linea AB, quæ cum perpendiculo A E, angulos æquales contineat, seu rectos EAB, EAC, sintque puncta B & C, æqualiter à perpendicolo A distantia, dico puncta B & C æque alta esse, seu æqualiter à centro terræ distare.

Demonstratio. Cum enim anguli ad A sint æquales, & latus AD commune, item latera AB, AC, supponantur æqualia, (*per* 4. 1.) bases DC, DB, æquales erunt. Si verò accipiatur punctum F, remotius à perpendiculo AE quam punctum B; cum angulus DBF obtusus sit, erit latus DF majus latere DB, atque adeò punctum F erit altius puncto B.

COROLLARIUM.

Quæcumque linea per centrum terræ non transiens, est linea horizontalis pro aliquo loco. Ducatur quæcumque linea G H quomodolibet inclinata, dico illam esse horizontalem alicubi: nam ex centro terræ D ad eam ducatur perpendicularis DH, verè in puncto H cum perpendiculo HD angulos rectos efficiet; suppono enim omnia perpendicula ad centrum terræ tendere; atque adeò puncta æqualiter hinc inde à puncto H distantia æquè alta erunt.

PROPOSITIO XVIII.

Si libella applicetur in uno extremo, majorem in alio extremo altitudinem indicabit.

Hæc propositio satis per se patet ex superiori, ut si major instituatur libellatio, & libella ponatur in puncto A, ita ut ex A secundum libellæ longitudinem respiciatur in B; clarum est punctum B remotius esse à centro terræ quam sit punctum A. Quantum autem sit remotius facilè ex semidiametro terræ cognita, possumus per trigonometriam investigare: est enim ex Ricciolio passuum Romanorum 4673493, seu pedum 23367465; debet autem in digitos 280409580, immo & lineas 3464914960 converti. Si ergo fiat quadratum lineæ AD, cui addatur quadratum lineæ AB, habebitur quadratum lineæ DB & per extractionem radicis quadratæ habetur ipsa BD, à qua si subtrahas semidiametrum AB, restabit excessus altitudinis puncti B, supra punctum A. Ita subductis calculis invenimus si libellatio fuerit 100 passuum & libella collocetur in uno extremo, defectum esse unius lineæ, hoc est terminum alterum altiorem esse eo in quo collocatur libella una linea. Si libellatio fuerit 200, duabus lineis cum dimidia, si trecentorum 5, si quadringentorum unius digiti, & unius lineæ, si quingentorum unius digiti, & novem linearum, si 600 duorum digitorum, & quinque linearum; si 700 dig. 3, lin. 1. si 800 4 digitorum & 3, si 900, 5 digitor. si mille passuum 6 digit. & duarum linearum.

Ex hac consequentia à multis libratoribus non animadversâ, emanarunt aliqua axiomata falsa, nempe in singula milliaria requiri semipedem, ut aqua deducatur; nam ut aqua simpliciter fluat, nulla requiritur cadentia; cum se accommodet naturaliter superficiei terræ; & æqualiter fundatur, circa centrum terræ. Cum tamen libellationes unius milliarii locum altiorem indicent, & hoc 6 digitis, haud dubiè detrahenda erit hæc altitudo,

do, ut aqua possit se accomodare, & hic semipes non est propriè cadentia, sed simpliciter libellationis correctio.

Requiritur tamen vera aliqua eadentia, ut aqua simpliciter fluat, videturque sufficere pes unus, aut alter in singula milliaria.

COROLLARIUM I.

Ex his vides in minoribus libellationibus id negligi posse, ut si fiat libellatio 20, 30 pedum, sive libella in uno extremo ponatur, sive in medio, differentia erit insensibilis. Unde in ordine ad ædificia construenda, aut complananda itinera, in his minutiis examinandis immorandum non erit: in fluviis tamen longiùs abducendis omnis diligentia adhibenda est.

Potest ut primum principium haberi libella, seu punctum perpendiculi in medio duorum signorum collocandum esse si fieri possit.

Si fieri non potest propter voragines, & longior fuerit libellatio, calculi adhibendi erunt.

COROLLARIUM II.

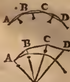
Plures libellationes in quibus libella in uno extremo collocatur, minus abludunt quam unica major. Id in superiori calculo satis animadvertare potes: nam 10 libellationes quarum quælibet 100 passuum, errorem inducent 10, aut undecim linearum; at unica iis omnibus æquivalens errorem habet 6 digitorum, & duarum linearum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Dum plures instituuntur libellationes, libellâ in medio signorum collocatâ describitur polygonum terræ concentricum.

Ex superioribus satis constat ad vitandos omnes errores, libellam in medio signorum esse collocandam: intelligo punctum medium libellæ in quo nempe perpendiculum adhibendum est. Instituantur ergo plures libellationes hujusmodi; AB,



BC, CD, sive sint æquales, sive non: dico describi polygonum terræ concentricum, ita ut si ex centro terræ intervallo A, describeretur circulus is transiret per puncta A, B, C, D.

Demonstratio. (*Per antepenultimam*) lineæ AB, BC, CD, sunt horizontales, & cum perpendicula fuerint adhibita in medio, puncta A & B, æqualiter ab eo distantia, æquè alta erunt: idem dico de punctis B & C, C & D, ergo puncta A, B, C, D, æqualiter à centro terræ distant. Ex eo constat pavimenta ad libellam exactâ esse polygona, aut ferè Sphærica.

Si libella in uno semper extremo collocetur; describitur polygonum terræ excentricum, in quo signa ultima sunt altiora prioribus.

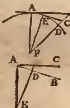
Instituantur libellationes in quibus libella in uno extremo collocetur; verbi gratiâ in puncto A, & collineando secundùm brachium libellæ, videatur punctum B, tum translatâ libellâ in B, videatur punctum D, & ita consequenter: dico describi quidem polygonum, sed terræ excentricum. Nam (*per proantepenultimam*) punctum B altius est puncto A, punctum C altius puncto B, & ita de aliis.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Aqua fluere potest, etiamsi terminus à quo sit infra lineam horizontalem termini ad quem, multò magis si fuerit supra.

Sit terminus ad quem, punctum A, dico etiamsi terminus à quo sit infra A B, lineam horizonta-



lem puncti A, posse tamen fieri ut aqua fluat in A. Nam cum punctum B sit altius quam punctum A, assumatur punctum D æquè altum, ac punctum A; si terminus à quo C fuerit intar B & D, erit tamen altius puncto A. Ergo aqua poterit fluere ex C in A: multò magis si terminus à quo, esset supra lineam horizontalem A B, posset aqua fluere in A. Si tamen duceretur aqua per lineam rectam, cogeretur ascendere; ut si ducatur linea C A, ad quam ex centro terræ F, ducatur perpendicularis F E, aqua ex E in A deberet ascendere.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Si terminus ad quem fuerit infra lineam horizontalem termini à quo, non semper aqua poterit deduci.

In eadem figura sit fons in puncto A, cujus linea horizontalis AB, sit terminus ad quem, derivanda est aqua in puncto C infra lineam horizontalem A B; dico non semper deduci posse aquam. Quia licèt punctum C videatur sub linea horizontali, poterit tamen esse altius puncto A; ergo non sequitur ex eo quod punctum C sit infra lineam horizontalem, ad illud derivari posse fontem A. Ita si per ostia Nili intelligatur duci

lineæ

linea horizontalis, fons seu origo ejusdem Nili, erit infra hanc lineam, non tamen ad fontem derivari poterit aqua, quia ascenderet.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Alveus longior, in lineam rectam extensus, ineptus est ad derivandam aquam.

Vide figuram sequentem.

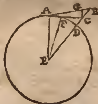
Sit linea AB quantumlibet inclinata ad horizontem AC, dico si longior sit hæc linea, fore ut sit inepta ad derivandam aquam. Ex centro terræ E, ducatur ED perpendicularis ad AB, etiamsi aqua ex A in D descendat, si tamen ulteriùs tendat supra lineam AB, ascendet; ut ex figura satis patet. Ex quo sequitur longiores alveos esse necessariò circulares. Verbi gratia Nilus qui originem ducit ferè ex tropico capricorni, & influit in mare ultra tropicum cancri, habetque in longitudinem 50 aut 60 gradus: dico impossibile esse ut alveus eius sit rectus. Nam deberet saltem convenire cum horizontali linea ostiorum eius; quanta autem altitudo montis requireretur, quæ perveniret ad tangentem anguli sexagesimi, debetet extare mons ille supra superficiem terræ, totâ semidiametro terræ. Intelligenda autem est propositio de aliquo tractu terræ notabili.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Cognitâ distantiâ libellæ, à termino à quo, & angulo inclinationis, determinare an sit altior & quantum ipsâ libellâ.

Sæpè accidit dum rivos derivare volumus, ut in termino à quo libellam collocemus, observemusque terminum ad quem. Supponamus eum esse punctum C, quod videatur infra lineam ho-



rizontalem AB, ita ut cognoscatur angulus BAC, cognoscatur item linea AC; quæritur linea EC, ut sciamus an punctum C sit æqualis altitudinis ac punctum A, an verò diversæ. Intelligatur duci ex centro terræ E linea EA; & quia scitur angulus inclinationis CAB, & angulus rectus E A B, cognoscetur reliquus E A C: supponatur C A B esse duorum minutorum, & consequenter E A C 89 graduum min. 58. semidiameter terræ EA est pedum 23367465, seu digitorum 280409580. Supponamus lineam AC esse 1000 passuum, seu pedum 10000, & digitorum 120000. Solvatur triangulum more consueto per trigonometriam, summa laterum AE, AC est 280529580, differentia 280589580, summa angulorum AEC, ACE 90, 2, semisumma 45, 1. Fiat ut summa laterum ad differentiam, ita tangens 45, 1 ad tangentem semidifferentiæ, & habebitur semidifferentia angulorum, & consequenter anguli, ex quibus facilè habebitur EC. Possunt aliæ solutiones triangulorum adhiberi. Hæc videbitur facilior cum cognoscatur linea AC 1000 passuum angulus AED erit duorum minutorum. Fiat ut radius ad excessum secantis duorum minutorum supra radium nempe 2, ita semidiameter terræ 280409580 digiti, & invenio 56 digitos, seu pedes 4 & 8 digitos, ducta ad AC perpendiculari C G; supposita diametro AC, linea CG erit tangens anguli GAC, duorum min. Fiat ergo ut radius ad tangentem duorum, quæ in tabula est 5818, ita semidiameter AC 5000 passuum, seu pedum 10000, & invenio pedes $5\frac{1}{4}$ igitur absolutè punctum C inferius est puncto A, uno pede & paulò plus.

Ex his intelligere potes, quam lubrica sit hæc operatio, cum error duorum minutorum in libellatione duorum milliariorum, errorem inferat 5 pedum. Unde concludo declivitatem duorum minutorum sufficere, ut aqua fluat.

Quare omnibus pensatis præferrem crucem satis magnam cujus brachium verticale AB 7 aut



octo pedes obtineret, horizontale verò CD, 15 aut 16. Posset enim describi ex puncto A arcus satis magnus BE, in quo minuta prima distingui possent. Nam vix putarim aquæ in duobus tubis infusæ superficiem ita exquisitè distingui posse, ut in attollendis, aut deprimendis pinnulis, aliquando non irrepat error duorum minutorum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Idem per se error sequitur, sive plures sive unica fiat libellatio.

Quamvis illi qui sumeret lineam horizontalem, pro circulari, nec rationem ullam haberet deviationis à circulo, satiùs sit plutimas libellationes instituere, quàm pauciores, ut jam ostendimus: si tamen ratio habeatur illius deviationis, perinde est pluribus libellationibus uti, ac paucioribus per se loquendo. Hoc est si fiat unica libellatio, in qua committatur error duorum minutorum, fiantque duæ minores in quibus singulis idem error committatur, duorum minutorum, & in eandem partem; dico fore ut pariter totidem pedibus aberretur. Sumamus exemplum ultimum. Sit facta libellatio

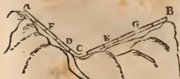
bellatio duorum milliariorum, in qua aberretur duobus minutis, hoc est sumatur angulus 89 grad. & min. 58. pro angulo recto, descendo quinque pedibus $\frac{2}{3}$ plus quam ferret meus calculus. Sed si fiant duæ unius milliarii, ita ut in utraque aberretur eodem modo, in utraque error erit duorum pedum $\frac{5}{6}$ hoc est in fine erit idem error. Quia tamen difficile est ut error in eandem partem vergat, videtur esse minus periculosum ut duæ fiant libellationes, quam si unica tantum fieret. Quare si de instrumento dubitetur, fiant æquales libellationes & alternis vicibus utere instrumento in contrarias partes obverso, si enim fuerit error, corrigetur.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Fontium derivatio.

Invento, in termino ad quem puncto quod æqualiter distet à centro terræ, ac origo fontis, certum est in canali clauso, posse aquam illuc ascendere. Sit enim fons A cui è regione horizontaliter respondeat punctum B, hoc est æqualiter à centro terræ distans: dico si fiat tubus clausus ABC fore ut aqua ascendat, usque ad B, ex regula generali supra tradita. Quòd aqua AC, sit in



æquilibrio cum aqua C B, & quamdiu aqua non perveniet in B, aqua AC præponderabit, aliamque sursum impellet in C. Quod satis per se patet.

Aliqua observanda sunt ad praxim. Primum ut aqua sit limpidissima, si clauso tubo derivanda est. Quod ut consequaris receptaculum construendum est, in cujus summitate tubum aptabis, ita ut non ex fundo, sed ex superficie aquam hauriat. Secundus modus erit si initio tubi cribrum apponas, quo fæces arceantur: dum verò maximè turbida fuerit aqua, spongiâ majori instruendus erit tubus, ut prius percoletur aqua, quàm canalem subeat.

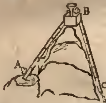
Secundum quod notare oportet, erit ne in canali A C B intercipiatur aër; poterit enim interceptus aër totum interturbare fluxum aquæ. Ponamus enim disrupto canali effluxisse aquam, ita ut restet tantum in DCE, tum immittatur aqua pleno tubo, intercipiaturque aër in FD, dum aqua AF propellet aërem F D usque ad C. Supponitur ergo aër esse in DC, & AD, CG esse aquam, poterit fieri ut aqua CG sit in æquilibrio cum aqua AD, atque adeo nunquam aqua brachii AC poterit impellere aquam usque ad B.

In hunc scopulum sæpè aquileges impingunt, qui non rarò, aut disruptos canales, aut sordibus impeditos existimant, cum tamen solo intercepto aëre, cursus aquæ interrumpatur. Remedium satis facilè si identidem spiracula construantur, quibus dum opus erit aëris exitus concedatur.

Tertium quod notari diligenter debet, erit, ut quantum fieri potest vitetur ascensus aquæ; ut in prædicto exemplo, satius esset, si id locus permitteret, ut aqua recta, à puncto A in punctum B duceretur, quàm per descensum A C, & per ascensum CB. Nam dum rectà derivatur, etiamsi tubi fracti essent, immo & superiori parte aperti, flueret tamen aqua; dum verò aqua post descensum ascendit, vim magnam canalibus infert. Ita videmus Romanos ut vitarent hujusmodi circuitum, sæpè magnas substructiones erexisse, & voragines ingentes pontibus junxisse. Sed in iis diligenter considerandum est quid ferat locus.

Ad praxim etiam spectat ut dum latericiis tubis, & canalibus aqua deducitur, ut priores inserantur in posteriores, faciliùs enim aqua fluet, nec tam citò illius cursus inhibebitur, aut frangetur: item non tam facilè se in juncturas insinuabit. Idem dico de canalibus plumbeis; canales verò lignei annulis ferreis conjuncti altissimè defodiantur, ne calorem sentiant; sic enim diutiùs integri perseverabunt. Quantùm autem fieri poterit benè perforentur, & intus lævorem aliquem habeant; nec restent ullæ fibræ, quæ ut plurimum in radices abeunt, & canalem obturant. Debet item terebra desinere in spiram longam duos ad minimum digitos, sic enim non est impellenda terebra, sed facilè se insinuat, & rectius ligni medullam sequitur; quod longè compendiosius est, terebra enim in spiras & helicem conformata, duplò facilius opus absolvit.

Secundus modus deducendi fontes erit usui, dum obstabit aliquis mons, aut prærupta rupes, quæ perfodi non potest. In quo multa sunt notanda.



Primum quod notandum est, erit syphonis aut tubi ABC brachium BC debere esse longius brachio AB, & hoc secundùm lineam perpendicularem, hoc est punctum C debere esse humilius puncto A, in quo supponitur esse origo fontis.

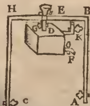
Secundum ita exactos requiri canales, ut non tantum aquæ exitum denegent, sed etiam aëri aditum non permittant. Supponantur enim tubi A B C utrumque brachium AB, BC esse plenum aquâ & in aliqua parte tubi, aditum aëri præberi, verbi gratiâ in puncto B, tunc aër per foramen B gravitaret, tam in aquam BA, quàm in aquam B C: licet autem aër gravitet æqualiter in aquam A, quia pondus aquæ adjuvat gravitationem aëris per foramen B, ideo descendet,

& defluet aqua B A, descendet item aqua cruris BC, atque adeò totum intertuibabitur negotium.

Tertium ne tubus BC sit nimium latus, sæpè enim accidit in latioribus tubis, ut mediâ eorum parte aqua fluat, & descendat; aliâ mediâ parte aër ascendat, quod etiam fluxum aquæ sisteret. Huic tamen incommodo facilè itur obviam si tubi orificium C per quod aqua effunditur, aquæ immergatur, sic enim excludetur aër: intelligo autem quod vas aquâ plenum ita illi subjiciatur, ut ad duos, aut tres digitos infra aquæ superficiem immersum sit.

Quartum. Cavendum est ne altitudo montis superet 34 pedes alioquin nihil omnino fiet; quæ notatio est magni momenti. Video enim in plerisque autoribus indeterminatè, & sine ullâ limitatione proponi istud problema quasi aqua ad omnem altitudinem ascendere posset, quod tamen & experientiæ, & rationi omninò repugnat. Experientiæ quidem: nam quilibet tentare poterit, quod si nimis operosum videatur, tubos ita longos componere, id experiatur in mercurio, invenietque ultra duos pedes, & duos digitos, in syphone mercurium non ascendere. Cujus rei rationem jam attulimus sæpè. Aqua enim ascendit per AC, quia aër gravitat in aquam, circa A positam, nec tamen gravitat in aquam tubo contentam, nam in illam gravitare non potest, nisi per aquam CB, hoc est impellendo sursum aquam CB. Ponamus ergo gravitationem aëris utrinque, in A & C esse ut sex, gravitationem aquæ A C esse ut 4, & aquæ BC esse ut quinque. Quia gravitatio aquæ BC detrahit de gravitatione aëris in illam in puncto C quinque gradus, & gravitatio aquæ AB detrahit de gravitatione aëris tantum 4 gradus, non erit æquilibrium; sed gravitatio aëris in A superabit gravitationem ejusdem aëris in puncto C factam uno gradu; quare aër impellet aquam AB, & ad ascensum coget. Si verò brachia A B, B C sint omninò æqualia nihil fiet; eò quòd aëris hinc inde aquam sursum impellentis vires sint in æquilibrio. Denique si brachium A B superet 34 pedes, aut in mercurio duos, cum duobus digitis. Quia totus aër qui in terram gravitat, ut jam sæpè diximus, æqualis est ponderis cum 34 pedibus aquæ, aut 26 digitis mercurii; gravitas aquæ AB superabit gravitatem aëris, atque adeo aqua non poterit impelli usque ad punctum C. Ne igitur syphon iste 34 pedes superet.

Nonnulli hoc syphonis genere aquam derivant saltem ad usus domesticos, etiam supra libellam aquæ. Sit enim fons in puncto A, in quem immer-



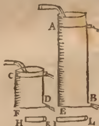
gatur tubus AB; sitque clavicula in A & C. Item sit infundibulum E, instructum pariter suo Epistomio, ex canali H B ducatur tubulus GD in vas undique clausum D, quod habeat spiraculum K, & canalem F, cum suis Epistomiis. Clauduntur primò Epistomia A, C, G, infunditurque aqua sensim quæ implet tubos A B H C. Tum clauso Epistomio E, aperiuntur A & C, si utique aqua per orificium C, clausis Epistomiis H & F, aperiatur G, sensim aliquid aquæ defluet, stillabit in vas D, & aër sensim egredietur cum aqua per tubum HC. Dixi sensim, si enim latior esset tubus GD, ita ut multus aër egredi posset; aqua cruris C H fieret levior, ex nimio permixto aëre, nec prævaleret, & consequenter ejus fluxus sisteretur. Ad hauriendam aquam ex vase D, claudendum est epistomium G, & aperienda K & F, per F fluet aqua, & per K aër ingredietur.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Si duo vasa per lumina æqualia eodem tempore aquam effundant, erit eorum altitudo in duplicatâ ratione aquæ fluentis.

Sint duo vasa AB, CD, quæ habeant duo lumina, seu duo foramina B, & D æqualia, & æqualiter disposita; per quæ fluat aqua, æquali tempore; verbi gratiâ per semihoram; ita tamen



ut vasa sint semper eodem modo plena, seu ad eandem altitudinem A & C. Dico altitudinem AE, esse ad altitudinem CF, in duplicatâ ratione, illius quæ est aquæ per B fluentis intra semihoram, ad aquam, eodem tempore fluentem per foramen D.

Quod antequam demonstrem, supponendæ sunt claritatis causâ aliquot experientiæ. Prima sit hæc. Si vas cujus altitudo sit quatuor pedum habeat lumen, prope fundum; cujus diameter sit unius lineæ, fore ut intra minuta secunda tredecim, emittat libram aquæ: Suppono autem ita aquam ipsi suppeditari, ut eadem semper persevaret aquæ altitudo, neque refert quidquam vasis latitudo, ut ostendimus supra; & æqualia esse momenta aquæ in vasibus inæqualibus contentæ, modò eadem sit utriusque altitudo. Quæritur autem hic, quænam requiratur tubi altitudo, ut per idem lumen eodem tempore, dupla aqua effluat, tripla, aut in quâcumque libuerit ratione. Assero quadruplicandam esse altitudinem, ut habeatur dupla aqua; ut habeatur tripla, altitudinem noncuplam requiri, atque ita deinceps. Si duobus numeris propositis inveniatur tertius proportionalis, ille tertius exhibebit altitudinem requisitam. Ut si quæratur dupla aqua, quæ fluit ponatur esse 1, aqua quæsita sit 2, fiat ut unum ad duo, ita 2 ad 4, requiritur altitudo quadrupla. Pariter si velis aquam

aquam triplam, fiat ut t ad 3. ita 3 ad 9, sic enim duplicatur ratio t ad 3, hoc est bis sumitur. Et ita de reliquis rationibus.

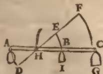
Nonnulli ut vim aquæ prementis explicent, recurrunt ad velocitatem, aut impetum acquisitum, à gravibus decidentibus. Certum quidem est ut in statica explicuimus, velocitates gravium decidentium se habere ut tempora; spatia autem percursa esse in duplicatâ ratione temporum;& consequenter in duplicata ratione velocitatum. Ex quo fit ut grave decidens ex quadruplâ altitudine, duplam habeat velocitatem. Quare videtur experientiâ quadrare, & convenire; ut aqua in pede tubi tantam pressionem patiatur, & ex illa pressione, tantum impetum ad motum, quantum haberet aqua si ex summitate ejusdem tubi cecidisset, quod quidem verissimum est; sed id quomodo suadeatur, non est satis expeditum.

Primò quidem, licèt initio aqua, quæ est in lumine D, nunquam fuerit in superficie A, ubi tamen motus tantisper fuerit continuatus, verè aqua, quæ fluit per lumen B, fuit in superficie A, ergo cecidit ex superficie A. Idem dico de aqua fluente per lumen D, sed gravia decidentia ex A in B, & ex C in D, ita se habent ut altitudo AE ad altitudinem CF, sit in duplicatâ ratione velocitatis acquisitæ in puncto B, ad velocitatem acquisitam in puncto D; igitur & aquæ ita se habebunt. Quare si altitudo AE, quadrupla fuerit altitudinis CE fiet ut velocitas aquæ in B dupla sit velocitatis in D. Sed si duplò velocius fluat aqua, dupla fluet aqua. Sint enim foramina H & I, per quæ velocius duplò fluat aqua; verbi gratiâ intra minutum secundum aqua fluat pleno foramine, ex H in K, item per idem tempus fluat pleno item alveo, ex I in L, ut extremitas L duplam habeat velocitatem, debet spatium I L, esse duplum spatii HK, sed si spatium sit duplum, aqua I L erit dupla, aquæ H K. Igitur si velocitas sit dupla, aqua etiam dupla erit.

Non cessat tamen difficultas, neque videtur omninò solvi, eò quòd dum aqua cadit ex A in B, aut ex C in D, videtur retardari à subjecta aqua, atque adeò non posse tantum impetum concipere. Nihilominus quia alia atque alia aqua supponitur, compensatur ista retardatio adjectione alterius, nempe aquæ quæ continuò subministrari supponitur; sed adhuc non videtur tam præcisè, & exactè compensari illa retardatio ex additione novæ aquæ, ut pro principio assumi possit.

Fateor difficultatem esse maximam, ideoque considerari non posse aquam prementem, ut immobilem, sed ut motam, & ex motu deorsum acquirentem impetum; ea autem gravia quæ ex motu deorsum acquirunt impetum, ita se habent, ut descensus, seu spatium deorsum, sit in duplicata ratione velocitatum, & temporum: igitur & aqua deorsum mota eodem modo se habebit. Neque occurrit aliud, forsitan hæc aliquando faciliora reddentur.

Alio modo magis physico rem totam expediam. Sit pondus A. quod dum in staterâ movetur ex A in D, movere possit pondus B, unius libræ ex B in E: quæritur autem quantum debeat augeri pondus A, ut dum percurrit eundem arcum AD, moveat pondus duarum librarum velocitate dupla. Ut sit velocitas dupla debebunt duæ libræ appendi in puncto C, ad duplam distantiam ipsius H B., & necessarium erit in puncto A pondus quadruplum, nam crescit momentum duarum librarum, supra unam libram, & ex pondere adjecto, & ex distantiâ majore, quæ requiritur ad majorem velocitatem: igitur quadruplicandum erit pondus A. Sed in exemplo nostro, dupla aqua expellitur per B, & cum dupla velocitate; igitur requiritur quadruplum pondus. Aquæ autem cylindrorum æqualium se habent ut altitudines; igitur requiritur quadrupla altitudo. Quare si posset dupla aqua fluere sine majori velocitate, requireretur tantum dupla altitudo; quia autem connexa est quantitas aquæ effusæ cum velocitate, ut separari non possint, ideo duplicanda est ratio altitudinum.



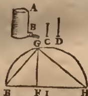
COROLLARIUM.

Cum quantitas aquæ fluentis se habeat ut velocitas, velocitates erunt in subduplicatâ ratione altitudinum.

PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Datâ proportione aquæ fluentis, ex duobus tubis per æquale lumen, eodem tempore, & datâ unius altitudine, alterius altitudinem invenire.



Sit ratio aquæ fluentis per foramen B, ad aquam fluentem per alterius tubi foramen æquale, ut ratio lineæ C ad lineam D, sitque cognita altitudo aquæ in tubo AB, nempe æqualis lineæ E F; fiat ut C ad D, ita EF ad FG: ducaturque linea EG, ad quam ducatur perpendicularis GH, concurrens cum linea EF, productâ in H. Dico FH esse altitudinem tubi quæsiti, in cujus pede, si fiat foramen, erit aqua fluens, per illud ad aquam fluentem per B ut D ad C.

Demonstratio. (*Per* 13.6.) FG est media proportionalis inter EF, & FH, quare ratio EF ad FH, est duplicata rationis EF, ad FG, seu C ad D: sed altitudines (*per præcedentem*) sunt in duplicata ratione aquarum fluentium, aquæ autem se habent ex suppositione ut C ad D; seu ut EF, ad FG; igitur altitudines se habent ut EF, seu AB ad FH: ergo FH est altitudo tubi quæsiti: Quod erat demonstrandum.

Si istæ lineæ, & altitudines numeris exhibeantur faciliùs operabimur. Sit enim C 3, & D 5, altitudo BA 7 digitorum; fiat ut 3 ad 5, ita 7 ad $11\frac{2}{3}$. Rursus fiat ut 7 ad $11\frac{2}{3}$, ita $11\frac{2}{3}$ ad $18\frac{4}{9}$, dico lineam FH, esse digitorum $18\frac{4}{9}$.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Datâ tuborum altitudine, invenire rationem aquæ fluentis, per æquale lumen in utroque factum.

Si data tuborum altitudo EF, FH quæritur proportio quam habent aquæ fluentes in utroque per æquale lumen eodem tempore. Conjungantur duæ altitudines in unicam lineam EH, quæ dividatur bifariàm in puncto I, describatur semicirculus EGH, exciteturque perpendicularis FG; dico ita esse aquam fluentem ex tubo cujus altitudo E F, ad aquam fluentem ex tubo cujus altitudo FH, ut EF ad FG.

Demonstratio. (*Per 25. hujus*) aquæ sunt in subduplicatâ ratione altitudinum, seu linearum EF, FH, sed (*per 13.6.*) lineæ EF, FG, sunt in subduplicatâ ratione linearum EF, FH, quas æquales supposuimus altitudinibus; igitur aquæ se habent ut EF ad FG. Quod erat demonstrandum.

Per Arithmeticam facilè id consequemur. Si enim altitudines inter se multiplicemus, & ex producto radicem quadratam extrahamus, habebitur linea FG.

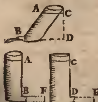
COROLLARIUM.

Si habeatur præter altitudines aqua, quæ fluit per unum tubum, facilè habebitur aqua alterius tubi. Unde ut ad praxin aliquid dicamus, supponantur plurimi tubi in quibus sit foramen lineare. Expertus est Mercennus in tubo quadrupedali cujus foramen lineare intra 13 minuta secunda, fluere libram aquæ: ergo semilibra fluet eodem tempore ex tubo unius pedis, & quadrans libræ, ex tubo cujus altitudo æqualis tribus digitis; ex pedali tubo intra 16 secunda fluet libra, intra 39 secunda una libra cum dimidia; intra 52 secunda 2 libræ, intra minutum primum duæ libræ cum $\frac{4}{13}$, intra horam libræ $138\frac{6}{13}$. Ex quo omnium tuborum, & erogatoriorum aquam fluentem facilè deducemus, modò linearia sint foramina, & sciatur altitudo.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Quantùm aqua fluat ex tubo inclinato.



Sit tubus inclinatus AB, in quo, per lumen lineare aqua fluat; quæritur quantùm aquæ fluat ex superficie aquæ AC. Demittatur ad planum in quo est lumen B, perpendicularis CD; dico eandem aquam, & eodem modo fluere per lumen B, quæ flueret per tubum cujus altitudo CD. Nam (*per 6. hujus*) humidum in tubo inclinato, eodem modo suam exercet gravitationem, ac in tubo recto, cujus altitudo æqualis est perpendiculari; igitur cum aquæ pressio sit causa unica fluxus aquæ; eadem fluet aqua, ac in tubo recto cujus altitudo CD.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

In tubis æquè altis per se loquendo, aquæ fluentes, se habent ut lumina.

Vide figuram præcedentem.

Sint tubi æquè alti AB, CD, sintque lumina inæqualia B, & D, dico ita se habere aquam fluentem per lumen B, ad aquam fluentem eodem tempore per lumen D, sicut se habet lumen B, ad lumen D.

Demonstratio. Aqua dùm effluit per B, tantam habet velocitatem, ac si cecidisset ex A, idem dico de aqua in D, (*per 25. hujus*) ergo æqualem habet velocitatem; ponamus, ergo aquam quæ erat in B, spatio unius secundi pervenire in F, & aquam foraminis D, pervenire in E; cum velocitates sint æquales, erunt etiam lineæ BF, DE æquales. Sed cylindri BF, DE ejusdem altitudinis (*per 13.12.*) se habent ut bases, igitur aquæ BF, DE, se habent ut bases, seu lumina B & D. Quod erat ostendendum.

Vel alio modo, id quod gravitat in foramen B, æquale est cylindro aqueo cujus basis sit foramen B, idem dico de foramine D; sed illi cylindri se habent ut bases; ergo id quod gravitat in foramina se habet ut foramina: ergo effectus qui producitur etiam ut foramina se habere debet.

Secludo tamen nonnulla impedimenta, ideoque posui (*per se*) nam cum aqua non nihil retardetur à superficie foraminum, facilius enim aqua cum aquâ fluente progeditur, quàm dum ad corpus durum illiditur: & ut jam sæpe ostendimus majora foramina minorem proportionaliter superficiem habeant; ideò communiter plus aquæ ex majori profundetur quam exigat eius magnitudo.

COROLLARIUM.

Ex his principiis facilè sciemus quantùm aquæ fluere debeat ex quolibet lumine. Primò quidem certum est (*per 20. 6.*) foramina similia esse in duplicatâ ratione diametrorum. Quare cum videtimus intra minuta secunda 26, tubum unius pedis effundere unam libram per foramen lineare; cum 12 sint lineæ in digito, fiat circulus cujus diameter sit unius digiti, erit ut 12 ad 1, ita diameter unius digiti, & circulus ad circulum ut 144. Ad 1 igitur per lumen unius digiti intra 26, minuta fluunt 144 libræ aquæ, si altitudo tubi fuerit unius pedis. Author tamen sum ut qui voluerit certiùs determinare, aliquas experientias faciat, una enim aut altera totum negotium absolvet.

PROPOSITIO XXXI.

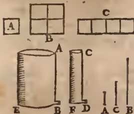
Theorema.

Quomodo collocanda sint lumina in piscina.

Si in piscinâ plurima sint collocanda lumina,

ut

ut pluribus aqua erogetur, si de loco in quo erunt facienda nihil fuerit deductum in pactum, debent necessariò in eadem linea horizontali collocari, ut sit pro singulis eadem altitudo, atque adeò pro ratione luminum erogetur aqua : alioquin minus lumen in loco inferiori collocatum, plus aquæ profunderet, quàm majus lumen in superiori loco positum. Si verò aliter conventum fuerit, standum est conventionibus.



Secundò figura luminum plurimum confert. Sint enim duo lumina A. & B, quæ ita statuantur, ut eorum bases inferiores sibi respondeant, etiamsi lumen B supponatur quadruplum, non tamen propterea quadruplam aquam profundet. Supponatur enim divisum foramen B, in quatuor quadrata, quadrato A æqualia ; clarissimum est duo superiora quadrata, non esse in eadem linea horizontali cum quadrato A, atque adeò respectu illorum tantam non esse tubi altitudinem. Quare ex hoc capite satiùs esset oblongum foramen facere, quale est C. Sed aliunde ob majorem in foramine C, superficiem crediderim plus profundi aquæ ex B, quam ex C : quare ut vitetur omnis error debent centra illorum in eadem linea horizontali statui.

Addo ulteriùs cæteris paribus lumina rotunda esse aptiora, quia minorem habent superficiem. Unde in his omnibus vitandi sunt errores.

Item notandum aquam digitalem quadruplam esse aquæ semidigitalis, cùm ut diximus, figuræ similes se habeant in duplicatâ ratione diametrorum. In hunc tamen errorem non pauci sæpe impingunt.

Observandum denique est post singula foramina eundem supponi aquæ casum : nam si post foramen aqua non sit libera ; sed adhuc cogatur aliquandiu horizontaliter procedere, lentius fluet; dum enim precipitatur prior, sequentem ut ita dicam, pondere suo trahit.

Ex his principiis multæ propositiones fieri possunt, & variæ combinationes ut si in diversis tubi, aut piscinæ altitudinibus lumina collocentur.

Determinare quantùm aquæ ex singulis foraminibus profundatur.

Concludimus igitur in hac materia hallucinationes esse faciles, & à multis non satis benè intelligi, quid velint aquileges, dum se daturos aquam digitalem, aut linearem pollicentur ; si nihil de perpendiculo loquantur, nihil de ejus cursu, aut velocitate. Aliqui volũt dum dicitur aqua linearis, requiri ut aquæ superficies superet summitatem foraminis, ita Franchinus expertissimus aquarius. Alii requirunt tantum 4 lineas, meliùs tamen ista omnia deducantur in pactum ut præcidatur omnibus deceptionibus locus.

In præcedentibus autem propositionibus, semper suppolui tubis aquam ita suppeditari, ut eadem semper aquæ altitudo perseveraret.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Tempora quibus tubi æque alti, per æquale lumen exhauriuntur, se habent ut bases.

Vide figuram præcedentem.

Ægyptii horologiis olim hydraulicis utebantur, seu tubis longioribus, aut cylindris, in pede perforatis; foramine non ita magno, in quorum latere signatæ erant horæ. Est autem satis difficilis hujusmodi divisio; neque enim æqualibus temporibus, æqualia sunt aquæ decrementa. Sed initio majora esse necesse est, ob inæqualem aquæ altitudinem : quæremus autem postea methodum hanc divisionem peragendi, non quidem per attentationem & experientiam, quod difficultate caret, sed methodo Geometrica, probatis jam principiis innixa, quod ut meliùs intelligatur, nonnullæ propositiones sunt præmittendæ.

Sint igitur duo cylindri AB, CD sitque diameter EB, tripla diametri FD, & consequenter, (*per* 2. 12.) basis EB, erit noncupla basis FD ; sintque lumina B, & D æqualia. Dico tempus quo vacuabitur cylindrus AB per lumen B, esse noncuplum temporis quo per lumen D, æquale ipsi B, deplebitur cylindrus CD.

Demonstratio. Cylindri æquè alti se habent ut bases (*per* 13.12.) igitur quantitas aquæ cylindro AB contenta, est noncupla aquæ in cylindro CD contentæ. Sed aqua cylindri AB, (*per* 6. *hujus*) non magis premit, nec majorem aquæ fluenti confert velocitatem, quàm aqua cylindri CD : ergo aqua noncupla eâdem velocitate fluit ac alia aqua. Sed si eâdem velocitate fluat, necessariò tempus noncuplum impendere debet : igitur ut aqua tubi AB, tota effluat tempus noncuplum necessarium est, illius quo fluit tota aqua CD, quod erat demonstrandum.

Hanc propositionem confirmat Pater Mersennus experientiâ ; nam tubus quadrupedalis cujus basis digitalis, per lumen lineare intra minutum vacuatur, tubus verò ejusdem altitudinis cujus basis pedalis, & consequenter cujus basis continet 144 bases præcedentis tubi, requirit 144 minuta, seu horas 2 & 24 minuta ut per idem lumen evacuetur.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Tubi æqualium basium, & altitudinis inæqualis per æquale lumen vacuantur temporibus quæ habeant rationem altitudinum subduplicatam.

Sint tubi quorum bases æquales ; sed altitudines inæquales A & B, qui vacuentur per æquale lumen ; dico si inter A & C sit media proportionalis C, fore tempus quo depletur tubus cujus altitudo A, ad tempus quo vacuatur tubus cujus altitudo B, ut A ad C, aut ut C ad B.

Demonstratio. Quantitas aquæ tubi A ad quantitatem aquæ tubi B, se habet ut linea A ad lineam

neam B, (*per* 13.12.) velocitas autem aquæ A ad velocitatem aquæ in B, ut ad C, (*per* 25. *hujus*) & hoc in singulis partibus proportionalibus, ergo aqua tubi A ad aquam tubi B, est in ratione duplicata velocitatum; sed aqua quæ fluit utrinque est in ratione composita ex ratione temporum, & ratione velocitatum: ergo ratio aquæ A ad aquam B componitur ex ratione velocitatum, nempe lineæ A ad lineam C, & ex ratione temporis, seu ex ratione A ad B. Si subducatur ratio A ad C, seu velocitatum, restat ratio C ad B: igitur ratio C, ad B, est æqualis rationi temporum. Ratio autem C ad B est subduplicata rationis lineæ A ad B; igitur tempora quibus per æquale lumen vacuantur tubi inæqualis altitudinis, sunt in ratione subduplicatâ altitudinum.

Mersennus pariter hanc propositionem confirmat experientia. Expertum enim se dicit, tubum altitudinis quadrupedalis, & basis pedalis exhaustum fuisse 60 secundis, & pedalis altitudinis, & æqualis basis per lumen æquale fuisse exhaustum intra 30 secunda.

COROLLARIUM I.

Tempora quibus deplentur tubi æqualium basium, per æquale lumen, sunt in ratione subduplicata aquæ, quæ tribuitur toto tempore, seu quæ continetur in tubis, ita ut si expendatur pondus utriusque aquæ, tempora se habeant in ratione subduplicata illorum ponderum.

COROLLARIUM II.

Tempora quibus deplentur iidem tubi se habent, ut velocitates. Ostendimus enim ita esse velocitates ut A ad C, & tempora ut C ad B. Cum autem C sit media proportionalis, ita erit A ad C sicut C ad B.

COROLLARIUM III.

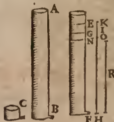
Paulò tamen aliter cogitandæ sunt istæ velocitates, quàm si essent permanentes, sunt enim velocitates decrescentes pro ratione temporum: ita ut æquali tempore æquales amittantur velocitatis gradus, & hoc in ratione subduplicata spatiorum. Nempe quantum proceditur decrescunt velocitates, & spatia; sed spatia in ratione duplicata velocitatum & temporum, eodem prorsus modo quo resiliendo, corpora gravia sursum ascendunt.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Dividere tubum in partes singulis temporibus vacuandas.

Sit tubus AB, qui plenus aquâ vacuetur intra horas 12. dividendus in partes singulis horis vacuandas. Cùm per præcedentem tubi æqualium basium depleantur temporibus quæ sint in ratione subduplicatâ altitudinum, supponatur tubus C, qui depleatur intra horam, & tubus AB ex suppositione intra 12 horas, erit altitudo tubi C, ad altitudinem tubi AB, in ratione duplicata unius horæ ad 12 horas. Fiat ergo ut 1 ad 12. ita 12 ad 144. dico si AB, dividatur in 44. partes; primam partem infimam, eam esse quæ respondet ultimæ horæ. Deinde eam partem ter sumptam respondere penultimæ horæ, deinde quinquies, & ita deinceps per numeros impares. Quòd autem istæ omnes partes



adæquent numerum 144, sic ostendo. Duodecimus numerus impar est 23, si pro primo statuatur unitas. Est autem arithmetica progressio in qua, fiat aggregatum ex prima 1, & ultima 23 fient 24, numerus multiplicandus per dimidium numerum terminorum seu 6, efficit numerum 144, & habetur tota collectio.

Si autem daretur aliud vas cujus altitudo EF, in quo intra horam aqua decrescat lineâ EG, quæritur quantùm decrescat sequenti horâ. Inter EF, & FG, quæratur media proportionalis HI, sitque HK, æqualis ipsi EF, (*per* 32. *hujus*) erit tempus quo depletur tubus EF ad tempus quo depletur GF, ut HK ad HI, differentia autem KI est hora ex suppositione. Quare si scias quoties KI continetur in HK, scies tempus quo depletur EF, item quo depletur GF. Si nempe notes quoties KI invenitur in HI, assumatur linea IO, æqualis lineæ KI, tum duabus lineis HI, HO, fit tertia proportionalis R; fiatque ut HI ad R; ita FG ad FN; dico secundâ horâ minuendam aquam usque ad N.

Demonstratio. Cum enim HI sit tempus, quo depletur tubus FG, & IO, æquivalcat uni horæ, erit OH tempus minus una horâ. Sed ut IH ad OH, ita OH ad R, unde HI ad R, erit in duplicata ratione lineæ HI ad HO. Sed ut HI ad R, ita FG ad FN; ergo FG ad FN, est in duplicata ratione temporum, quibus deplentur: igitur HO est tempus quo depletur tubus FN. Sed HO, est tempus minus unâ horâ, quo vacuatur FG; ergo in vacuando FN, impenditur minus unâ horâ quam in deplendo FG, quare vacuatur GN, intra unam horam.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

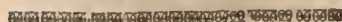
Varia experientia circa tuborum vacuationem

Quia hæc materia tota practica est, & nonnunquam videtur, non ita facilè principia generalia, ad praxin revocate, ideò aliquas experientias hic referam. Tubus cujus altitudo ferè 4 pedum, latitudo digitorum 2 ac 6 linearum, qui unam libram effundit spatio 77 secundorum, secundam libram dabit intra 86 secunda, tertiam intra 92, quartam intra 105, quintam intra 115, sextam intra 132, septimam intra 160, octavam intra 206.

E contrà si tempora sint æqualia, verbi gratiâ tempus sit 30 secundorum.

Primo

Primo tempore dedit 36 uncias.
Secundo tẽpore uncias 32, cum sesquidrachma.
Tertio 28 uncias cum drachma.
Quarto uncias $23\frac{1}{2}$.
Quinto 21, cum sesquidrachmâ.
Sexto $19\frac{1}{2}$, cum sesquidrachma.
Septimo $17\frac{1}{2}$.
Octavo $15\frac{1}{2}$.
Nono $13\frac{1}{2}$.
Decimo $12\frac{1}{2}$.
Undecimo $10\frac{1}{2}$, cum tribus drachmis.
Duodecimo uncias $8\frac{1}{2}$.

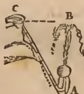


PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Verticalium salientium altitudo, per se aequalis est, aquæ perpendiculo.

Sit saliens AB, dico per se loquendo ejus altitudinem, æqualem esse perpendiculo aquæ, hoc est si ex fonte C ducatur linea parallela horizonti, dico salientis altitudinem, ad eam lineam posse pervenire aut parum ab illa abesse.



Aqua tantam pressionem facit, tantumque impetum aquæ, in pede vasis existenti confert, quantùm ipsi conferret si cecidisset ex summitate sui perpendiculi; sed omne grave decidens ex aliqua altitudine per se loquendo, tantùm impetum acquirit, quantùm necessarium est, ut tantumdem ascendat ex alia parte, ut funependula satis ostendunt, & ut explicuimus, cum de velocitate acquisita ex casu gravium: igitur ad eandem altitudinem ascendere debet.

Ostendo secundò ex inconvenienti si aquæ CA pressio, non esset in æquilibrio cum aqua saliente in AB, vel haberet majus momentum vel minus; sed quomodocunque se haberet, motum perpetuum haberemus. Sit enim primò aquæ CA prementis momentum majus, quàm momentum aquæ resistentis motui quo impellitur ex A in B, posset, aqua premens attollere aquam altius, quam sit linea horizontalis CB, si autem hoc possit, motum perpetuum habebimus. Nam si supra B construeretur aliquod vas, quo exciperetur aqua salientis ea posset redire ad suum fontem, si nempe duceretur aliquis tubus, usque ad fontem C, quo posito daretur motus perpetuus. Deinde cum aqua CA posset aliam aquam tubo contentam attollere tantum usque ad CB, non poterit aquam extra tubum positam ad majorem altitudinem evehere.

Pariter ostendo aquæ CA prementis momentum, non esse minus momento aquæ AB resistentis motui. Nam tantus requiritur impetus ad evehendum aquam ex A, in B, quantùm acquirit decidendo ex B in A, per se loquendo, & aëris resistentiam separando. Sed aqua cadens ex B in A non habet majus momentum, quàm aqua CA: alioquin, si aqua hoc modo per casum acquireret tantum impetum, aut momentum, coalescens ex impetu & gravitate aquæ, majus esset momento aquæ CA; posset aqua decidens ex B in A attollere aquam CA, ad majorem altitudinem, quàm fuerit altitudo è qua decidit. Sed hoc posito adhuc sequitur motus perpetuus; nam posset derivari rectâ viâ, aqua ex C in B, & B præcipitari rectâ in A, & attollere totam aquam CA, atque ita semper eadem aqua recurreret. Immò non esset difficilè aquæ decidenti rotam annectere, quæ ex illius casu impetum conciperet, & vi illius impetus aquam ad majorem altitudinem eveheret. Quæ cum experientiis repugnent, nec tamdiu quæsitus & tentatus, hactenus inventus sit motus perpetuus; dicendum est momentum aquæ prementis æquale esse, momento aquæ salientis ad eamdem altitudinem.

Hoc principio ruont plerique modi quibus tentatus est motus perpetuus, nam in iis ut plurimum malè comparatur impetus acquisitus ex casu, cum resistentia corporis quomodocumque ascendentis. Unde quidquid dicatur apud me quærere motum perpetuum, & tempus terere sunt idem. In quo unum moneo asserenti se vidisse motum perpetuum nunquam credendum esse: immò si vidissem ego, vix mihi ipsi fidem haberem.



PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Impedimenta propter qua salientium verticalium altitudo, non adaquat aquæ perpendiculum.

Primum impedimentum erit aëris resistentia, huic enim impedimento tribuimus multa cùm de acceleratione motûs gravium decidentium egimus. Nam per se loquendo funependulum ad tantam altitudinem deberet ascendere, è qua descendit; sed cum resistat aër divisioni, nec descendendo tantum impetum acquirat, quantum acquireret si nihil resisteret, & aër adhuc ob eandem rationem motui ejus sursum resistat, decrescunt semper ejus oscillationes.

Secundum impedimentum erit ex divisibilitate aquæ, nam in salientibus majoribus tanto impetu ascendit aqua, ut in aërem incurrat, & in minutissimas guttas abeat, ex qua divisione fit, ut majorem illæ guttæ superficiem habeant; ostendimus autem ex majori illa superficie retardationem majorem oriri.

Tertium impedimentum orietur ex guttis anterioribus, in quas subsequentes incurrunt. Certum enim est aquam verticaliter erumpentem, majori celeritate initio ferri, quàm in fine, seu summitate salientis, secundùm regulam communem gravium sursum impulsorum, quorum impetus sensim minuitur à gravitate impetum contrarium producente. Cùm igitur quæ sursum est aqua, lentius feratur, quàm subsequens, hanc in illam incurrere necesse est. Inde fit ut aqua salientium sit magis unita quam aqua, quæ præcipitatur. Dum enim præcipitatur, priores partes citiùs feruntur, & velociùs quàm subsequentes: onde ab illis distrahuntur; contra verò in salientibus priores expectant posteriores

ſtremas:ex quo fit ut dom primò aperitur epiſtomium,altius aſcendat aqua,eò quòd primæ guttæ, ab aliis ptioribus noo retardentur. Deinde io ſaheotibus præcisè verticalibus aqua decidens, aſcendentem remoratur; unde deficientes tantillum à perpendiculo cæteris paribus altiùs aſcendunt.

Quartum erit fontis inopis, ſi enim laxius ſit orificium ſalientis, quàm ut fons tanta velocitate erumpentem aquam ſuppeditare poſſit; non attolletur ſaliens pro ratione altitudiois fontis.Ex quo fit ot tubi pleni non ſint,atque adeò aqua premens non debeat ſumi ex ipſo fonte.Ex hoc defectu ſæpe accidit, ot ſalieos vix ſe exerat ſupra ſuperficiem aquæ, parum autem refert quoad hoc,an tubi ſint latiores an verò minores, eamdem enim aquam ſubminiſtrant.

Quintum impedimentum ex tubi parvitate proveniet, quod impedimentum intelligendum eſt. Oſtendimus enim ſupra tubi amplitudinem præcisè nihil facere, & aqoam minori tubo contentam eſſe in æqoilibrio cum aqua laxioris tubi: ex accidenti tamen poteſt aliquid efficere. Nam aqua minoris tubi multùm movetur, qui motus retardari poteſt à lateribus vaſis, præcipuè verò ſi ſcabritiem aliquam habeant. Nam etiamſi laxior tubus pro ratione foraminis virtualiter coarctetur, eò quòd ut plurimùm fiat intra aquam cylindrus deſcendens æqualis foramini,non ita tamen retardatur aqua,dum aliam aquam attingit,quam dum in corpus durum incurrit,cujus partes ſecum trahere non poteſt.

Sextum impedimentum ex tuborum figura oriri poteſt. Et primò ſi alicubi nimis coarctetur tubus,oam ſatiùs eſſet tubom totum eſſe minus amplum,quàm ſi alicubi coarctetor.Deinde potiùs ſit circularis, quam quadratus, eò quòd ſub eadem amplitudine,minorem habet ſuperficiem: ſi flectitur tubus potiùs in orbem, quam in quadrum flectatur, frangitur enim ſæpe aquæ impetus. Tubus propè foramen in infundibulum deſinat, & orificium ſit exqoiſitè lævigatum,ne diſpergatur aqua.

Ex his impedimentis oritur illa ſalientiom irregularitas,notatomque eſt minores ſalientes reſpectivè, ad perpendiculum aquæ, majores eſſe eò qoòd majores magis ſeparentur ab invicem,ideoque magis in aërem incurrant. Quidquid ſit, notatom eſt experientia perpeodiculum aquæ pedum 4,habere ſalientem perpendicularem ſeu verticalem pedum $3\frac{1}{1}$. Ideoque perpendiculum ad ſalientem ſe habet ut 6 ad 5.

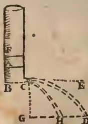
In aliis altioribus perpendiculis non obſervatur eadem ratio, nam ſæpe perpendiculum pedum 60, quod ſecundùm eam proportionem, ſalientem pedum 50, habere deberet, non habet ſalientem pedibus 40 altam. Unde quia noodum factæ ſunt ſufficientes experientiæ, nihil certi conſtitui poteſt, nec ullum ſyſtema excogitari. Si enim mutato lumine, ſeu foramine, altiùs aſcendat ſaliens, aut vitatis aliis incommodis, quæ ex ſcabritie, aut malâ tuborum compoſitione oriuntur, altiùs aqua ſalit; vitanda priùs eſſent omnia incommoda, ut ex aëris reſiſtentia, aquæ diviſibilitate, & gravitate ejuſdem, de proportione ſalientis, cum aqoæ perpendiculo aliquid tandem afferi poſſet.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Salientes horizontales ſunt in ſubduplicata ratione perpendiculorum.

Antequam propoſitionem demonſtratione aliquâ fulciam. Nonnullæ ſunt afferendæ experientiæ à P. Mercenno depromptæ,circa longitudinem ſalientium horizontalium nempe pro vario perpendiculo aquæ in vaſe, ciſterna, tubis; varias etiam profert ſalientium loogitudines.



Sit ergo tubus AB, & in eo perpendiculum aquæ,unius pedis,hoc eſt linea AB ſit unius pedis, & aqua perveniat uſque ad A, ſoppediteturque continenter nova aqua,ut nec decreſcat nec augeatur aqua,metitur lineam CE,quæ eſt longitudo ſalientis. Suppooit exinde augeri aqoam uſque ad F, & iterum metitur longitudinem ſalientis, invenitque eam longiorem eſſe, & ita deinceps. Ita ut in tubo cujus baſis ſit unius pedis, & altitudo item unius pedis,ſaliens ſit ferè duorum pedum;ſi aqua perveniat ad F, ſitque AF duorum pedum, longitodo ſalientis ſit duorum pedum cum dimidio, & ita deinceps ut figura exhibet.

Pedes perpendiculi aquæ.	Longitudo ſaliens horizont. pedes	lineæ.
1	1.	10
2	2.	6
3	3	
4	3.	5
5	4	
6	4.	4
12	5.	6
18	6.	6
26	8	
50	10	

Dico ergo perpendicula aquæ in tubo eſſe in duplicatâ ratione ſalientium horizontalium,ſaltem ex natura rei. Nam longitudo ſalientis horizontalis ex natura rei, proportionalis eſt velocitati aquæ. Cum enim præcisè motui horizontali non reſiſtat gravitas; ſed tantum addat deſcenſum,eodem tempore in diverſis ſalientibus addet eundem, ſeu æqualem deſcenſum; ponamus ergo lineam CG, eſſe deſcenſum additum aquæ propter gravitatem intra minutum ſecundum,ſitque GH longitudo horizontalis, perpendiculo unius pedis, & GD longitudo ſalientis ex perpendiculo duorum pedum. Dico GH ad GD, eſſe in ſubduplicatâ

ratione

ratione lineæ AB, ad lineam FB; sic enim intelligenda longitudo horizontalis salientis.

Demonstratio. Intervallum GH est illud spatium, quod percurret aqua, vi impetus impressi ab aquâ AB premente, interea dum gravitas defert aquam à linea CE ad lineam GH; & linea CE est id quod percurritur ab aquâ vi impetûs impressi ab aquâ FB, eodem tempore, quo nempe gravitas defert aquam à linea CE ad lineam GH; sed spatia quæ percurruntur eodem tempore, se habent ut velocitates, ut patet, velocitates autem (*per cor. 25. hujus*) se habent in ratione subduplicatâ altitudinum tuborum; ergo & longitudines salientium horizontalium in eâdem ratione subduplicatâ erunt. Quod erat demonstrandum.

Multa hîc Mersennus de figura salientium, tam horizontalium quam mediarum congerit: & de sectionibus conicis lemmata nonnulla præmittit. Præcipuè verò expendit an salientes sint parabolicæ. Probatum autem est à nobis lineam projectorum parabolicam esse, à qua necessariò aqua deflectit propter facilem divisionem, & aëris resistentiam: ideoque iis non immoror diutiùs, ut utilibus adhæream.

AD PROPOSITIONES DE AQUIS CURRENTIBUS OBSERVATIONES.

Restat postquam varias fontium proprietates explicuimus, ut de fontium cursu, seu de fluminibus aliquid dicamus, quæ materia utilissima est, & ad praxin facilè deduci potest. Quod autem de fluminibus, & eorum alveis dicemus, de canalibus, & tubis intelligendum est.

Vocamus in hac materia fluminis sectionem, capacitatem alvei, hoc est intelligendo planum quodcumque verticale ad fluminis cursum, & ad superficiem aquæ perpendiculare: quidquid in eo plano ab aquâ tangetur, vocabitur fluminis sectio. Ut si alveus sit parallelepipedum aliquod, eius sectio erit parallelogrammum; si alveus sit semicylindrus, eius sectio erit semicirculus. In alveo parallelepipedo, sectio habetur, si alvei latitudinem per altitudinem seu profunditatem multiplices. In plerisque tamen fluminibus alveus est irregularis, & potiùs circularis. Certum est enim majorem esse circa medium alveum, aquæ profunditatem: unde accidit ut ejusdem fluminis sectiones variæ sint & inæquales.

Si quis aquam per alveum defluentem metiri velit, non sectionis magnitudinem tantum, sed etiam velocitatem computare debet. Si enim nonnunquam per idem lumen, dupla, aut etiam tripla fluit aqua, eò quòd velociùs feratur, quidni per sectiones æquales inæqualis fluet aquæ copia, & contra per æquales inæqualis.

Eædem enim accidunt circumstantiæ fluminum, & rivorum alveis, quæ fontium canalibus, & erogatoriis. Ponamus enim aquæ ductum cujus sectio sit triginta digitorum quadratorum, sed aqua in eo satis lentè fluat. Si derives per foramina quinque digitos, insertis scilicèt tubis, in parte inferiori canalis, unde cum aquæ perpendiculum superet foramina, pluribus digitis, velociùs per singulos tubos feretur aqua, quàm moveatur in alveo, unde accidit ut per quinque foramina, media fortasse pars aquæ exhauriatur, restentque tantum quindecim digiti aquæ in alveo, existimet tamen aquilex se 25 adhuc habere residuos. Idem proportione quâdam in fluminum alveis cogitandum est.

Antequam autem aliquas de hac materia propositiones faciam, nonnulla præmittenda sunt quasi axiomata.

1. Sectiones æquales, & æquè veloces, æquali tempore æqualem aquæ copiam effundunt. Intelligo autem per hanc vocem (æquè veloces) in quibus aqua fluit æquali velocitate.

2. Sectiones æqualem aquæ copiam effundentes æquali tempore, si velocitatem habeant æqualem, sunt æquales.

4. Sectiones æquales, æquali tempore æqualem aquæ copiam profundentes, sunt æquè veloces.

4. Sectiones inæquales æquè veloces, æquali tempore profundunt aquam in proportione sectionum.

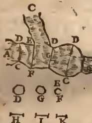
5. Sectiones æquales, profundunt æquali tempore aquam in proportione velocitatum.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Quamdiu fluvius in eodem statu permanet, æqualis aqua per omnes illius sectiones fluit.

Sit fluvius AB, cujus sectiones sint inæquales, permaneatque fluvius in eodem statu per aliquos dies: dico tantumdem aquæ fluere per sectionem majorem CD, ac per minorem EF.



Si enim tanta aquæ copia non fluat per EF, ac fluit per CD superiorem; ponamus inter CD & EF contineri centum dolia aquæ, cum intra semihoram fluxerint per CD quinquaginta dolia, & per FE tantum 30, ergo aquæ inter CD, & FE interceptæ addentur quinquaginta dolia, & detrahentur tantum triginta; ergo major est copia aquæ inter CD, & FE, quàm erat antea. Quare intumescet fluvius, contrà suppositionem; supponimus enim fluvium aliquandiu in eodem statu permanere.

Eodem modo ostendam si minor aquæ copia flueret per FE, quàm per CD, intra breve tempus minorem fore aquæ copiam, inter eas sectiones quàm antea; atque adeò debere aquam decrescere; contra suppositionem.

Compensatur igitur sectionis exilitas, velocitate. Ita experimur in fluviis quotiescumque alveus est minùs latus, toties velociùs aquam fluere.

PROPOSITIO XL.

Problema.

Quomodo metienda fluminis velocitas.

Ut habeatur fluminis velocitas, volunt nonnulli ut aquæ globus ligneus, aut galla imponatur; si enim metiaris tempus quo à puncto A ad punctum B defertur, habebitur eius velocitas. Si magnitudinem alvei à puncto A ad punctum B cognoscas, ex utraque, nota fiet aquæ copia quæ eo tempore per fluvium prætetlabitur. Sed primò dubitatur ab aliquibus, utrum corpus innatans aquæ, eâdem velocitate feratur quâ aqua. Videtur enim navis onusta, solo defluentis aquæ motu delata, tardiùs ferri quàm exonerata. Secundò certum est quod si corpus multùm emineat ex aqua, sitque ventus adversus, lentiùs procedet quàm aqua, immò sæpè defluente aquâ ascendet. Tertiò ventus alterare potest superficiei aquæ cursum, ita ut in adversam sæpe feratur partem, interea dum aqua profundior consuetum iter habet. Quartò certum est non omnes, & singulas fluminis partes secundùm latitudinem eâdem velocitate procedere, ut experientia constat, sive inferior à superiori prematur ad cursum, eò quod sit majus perpendiculum, sive quia superior casum majorem habere videtur. Dubitatur item utrum eadem sit aquæ superioris, & inferioris velocitas.

Ne tamen nihil dixisse videamur, id experiri poterimus hastâ ligneâ, cujus extremitati pondus aliquod appendes, ut rectâ stare, non tamen omninò mergi possit; si enim inclinetur hasta, signum erit esse inter utramque velocitatem, aliquam differentiam. Si pars eminens extra aquam antrorsum feratur, velocior erit motus superficiei, quàm aquæ inferioris, vel è contra, si in adversam partem inclinetur. Ex tempore autem quo inclinabitur, utriusque motus differentiam cognoscemus; quâ semel cognitâ differentiâ, non erit ampliùs hastâ utendum, sed tantùm globo ligneo, aut certè atramento inficienda aqua, ut ex motu illius maculæ patefiat motus aquæ. Ex his velocitatibus superficiei aquæ, & aquæ profundioris componetur una totalis, & media.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Si duæ sectiones fluminis, aut duo foramina, æquali tempore, æqualem aquam tribuant, erit reciprocè ut sectio ad sectionem; ita velocitas ad velocitatem.

Sint duæ sectiones C D, E F, ejusdem fluvii, aut diversorum, parùm interest. Pariter sint duo lumina, quæ æquali tempore æquales aquas tribuant; dico ita esse sectionem C D ad sectionem FE, aut lumen CD ad lumen FE; sicut velocitas aquæ in sectione F E, ad velocitatem aquæ in sectione aut lumine C D. Detur enim sectio G, æqualis sectioni C D, sed in qua velocitas aquæ æqualis sit velocitati quam habet aqua in EF.

Demonstratio. Aqua fluens per C D ad aquam fluentem per G, (*per axioma 4.*) se habet ut velocitas aquæ in C D ad velocitatem aquæ in G, quæ cum sit eadem cum velocitate in EF, ita se habebit ut velocitas in C D ad velocitatem in EF. Pariter cum sectiones E F & G, velocitatem habeant æqualem (*per 5. axioma*) ita erit aqua fluens per EF, hoc est aqua fluens per CD, cum sint æquales, ad aquam fluentem per G; ut sectio FE ad sectionem G, seu ad sectionem CD, cum sint æquales; ergo ita est velocitas in CD ad velocitatem in E F; sicut sectio E F ad sectionem C D. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Aqua fluens per unam sectionem, ad aquam fluentem per aliam, est in ratione composita è ex rationibus sectionis ad sectionem; & velocitatis ad velocitatem.

Sint duæ sectiones C D, E F, aut duo lumina; dico rationem aquæ fluentis per C D ad aquam fluentem per E F, esse compositam ex ratione sectionis CD, ad sectionem EF; & ex ratione velocitatis in C D, ad velocitatem in E F. Hoc est si fiant tres lineæ H, I, K, sitque ut velocitas in CD ad velocitatem in EF, ita H ad I, & ut sectio C D ad sectionem E F, ita I ad K, dico ita esse aquam in C D ad aquam in E F, sicut H ad K. Sit enim sectio G, æqualis sectioni CD, & in eâ, aqua velocitatem eandem habeat, ac in EF.

Demonstratio. Aqua fluens per CD ad aquam fluentem per G, æquali tempore, erit (*per 5. axioma*) ut velocitas in C D ad velocitatem in G; hoc est ad velocitatem in EF, seu ut H ad I. Pariter erit aqua fluens per G ad quam fluentem per FE, ut sectio G, seu sectio C D, cum sint æquales, ad sectionem EF, seu ut I ad K. Cùm ergo sint tres magnitudines; aqua per C D, aqua per G, & aqua per E F, quæ se habent ex æquo, ut lineæ H, I, K, (*per 22. 5.*) erit ut aqua per CD ad aquam per FE, ita H ad K. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quod dixi de sectionibus, intelligi potest de duobus fluviis; si enim comparentur duæ quælibet sectiones duorum fluviorum, adjunctis tamen velocitatibus quas aqua in iis obtinet, habebitur ratio aquæ, quæ tribuitur ab uno fluvio, ad aquam quæ fluit eodem tempore per alium fluvium. Ut, sint duo fluvii A, & C, sitque sectio fluvii A ad sectionem fluvii C, ut 4 ad 3, & velocitas aquæ in ea sectione fluvii A, ad velocitatem quam habet in propositâ sectione fluvii C, ut 6 ad 5. Sumantur numeri paulò majores nempe pro 4 & 3, Sumantur 16 & 12, fiatqué ut 6 ad 5, ita 12 ad 10: dico ita esse aquam fluvii A ad aquam fluentem eodem tempore per fluvium C, ut 16 ad 10, seu ut 8 ad 5, vel meliùs; Multiplica sectionem fluvii A, nempe 4, per ejusdem velocitatem, nempe 6, & habebis 24: Pariter multiplica sectionem fluvii C, nempe 3, per ejusdem velocitatem seu per 5, fient 15. Dico ita esse aquam fluvii A ad aquam fluvii C, intelligendo semper de illa, quæ præterlabitur æquali tempore, ut 24 ad 15, seu ut 8 ad 5.

PROPO

PROPOSITIO XLIII.
Theorema.

Velocitas fluminis influentis in alium, ad velocitatem quam habet in alieno alveo, habet rationem compositam, ex ratione latitudinis 2, alvei ad latitudinem 1, & ex ratione intumescentiæ 2, ad altitudinem primi.

Sit igitur fluvius AB, in quem immitti debet torrens C D; quæritur quam velocitatem habeat in fluvio A B, aqua torrentis C D. Dico itaque velocitatem C D, ad velocitatem A B, habere rationem compositam ex ratione latitudinis alvei AB, ad latitudinem alvei CD, & ea ratione intumescentiæ in A B, ad profunditatem CD. Consideretur enim aqua C D, quasi extensa supra superficiem prioris aquæ in alveo AB, & per intellectum separetur ab aquâ sibi supposita.

Demonstratio. Cum æqualis aqua fluat per CD, & per AB, (loquimur enim tantùm de aqua quæ advenit de novo) erit (*per 40. hujus*) ut sectio AB, ad sectionem CD ita velocitas in CD ad velocitatem in AB; sed sectio AB ad sectionem C D, est in ratione composita latitudinis ad latitudinem, & altitudinis ad altitudinem, ergo (*per 23.6.*) ratio velocitatis CD ad velocitatem AB. æqualis est rationi compositæ ex altitudine alvei AB ad altitudinem alvei CD, & ex ratione latitudinis A B ad latitudinem C D. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Cognitâ velocitate quam habet aqua in C D, item velocitate quam habitura est in A B, item datâ alvei C D altitudine & latitudine, item latitudine AB dabitur intumescentia seu augmentum fluvii A B. Quod in exemplo manifestum reddo. Sit enim velocitas in C D ad velocitatem in AB ut 4 ad 3, item sit altitudo in CD 10 pedum, latitudo 20, & latitudo AB 30. Quæritur quanta sit intumescentia in AB; pro 4 ad 3. sume majores numeros 16 ad 12, & ex ratione 16 ad 12 aufer rationem 30 ad 20. Fiat ut 30 ad 20, ita 16 ad $10\frac{2}{3}$: igitur ratio intumescentiæ in AB ad altitudinem in C D, seu 10, est ut $10\frac{2}{3}$ ad 12, & vicissim altitudo in C D seu 10, ad intumescentiam in AB ut 12 ad $10\frac{2}{3}$. Fiat ergo ut 12 ad 10 & $\frac{2}{3}$ ita 10, ad $8\frac{10}{11}$, dico intumescentiam in AB esse $9\frac{10}{11}$.

Quare vides non tantum habendam rationem latitudinis & utriusque alvei, aut profunditatis, sed etiam velocitatis, quam habet aqua in utroque alveo. Unde parvus torrens, sed velocissimus, multum augebit fluvium lentum. Ex quo sequitur etiam non semper fluvium eodem modo intumescere, licèt eadem quantitas aquæ in eum influat, si enim aliunde jam tumidus fuerit, & velox, etiamsi illi æqualis fiat aquæ accessio, non tamen propterea æqualiter intumesceet, saltem ex eo capite. Adde quod tunc ut plurimum alvei sunt latiores, quia teguntur aquis multæ terræ, quæ antea erant detectæ.

Multa autem in hac materia sunt consideranda, præcipuè verò æstimatio velocitatis, quæ cum in toto alveo æqualis non sit, ideo exacta esse non potest æstimatio.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Augmenta fluvii ab eadem aquâ immissâ, à torrente aucti, se habent in reciproca ratione velocitatum in flumine acquisitarum.

Sit flumen A, in quod diversis temporibus, eandem aquam immittat torrens C D, dico quod intumescentiæ se habebunt in reciproca ratione velocitatum. Quod ita explico. Idem torrens immittere potest eandem aquæ copiam, in fluvium vel humilem, vel in jam tumidum; non augebitur tamen eodem modo fluvius; sed si fuerit fluvius velox additamentum parvum erit.

Demonstratio. Cum per duas sectiones æqualis fluit aqua sectiones, & velocitates sunt reciprocæ; si ergo consideretur seorsim aqua, à torrente in fluvium immissa, sectiones per quas fluit, in his duobus casibus, se habent ut altitudines, cum eadem sit latitudo fluvii: ergo altitudines sectionum, seu incrementa, se habent in reciproca ratione velocitatum; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

In his supponimus fluvium in omnibus suis partibus æqualiter moveri, aut loquimur de illa parte alvei, cujus velocitas ut æquabilis assumi potest: quam Benedictus Castellus vocat altitudinem vivam.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

De causis intumescentiæ fluminis.

Flumina præcisè intumescere non possunt, nisi sit in alveo major aquæ copia, quam anteà: potest tamen fieri ut sit in alveo major aquæ copia, etiamsi consueta tantum aqua in ipsum influat, si nempe minuatur eius velocitas. Impeditur autem velocitas à reflante vento in partes contrarias, & impediente motum eius consuetum, licèt ut plurimum hoc impedimentum non sit adeò magnum, eò quòd ventus summam tantum superficiem perstringat, aqua profundiore consuetam velocitatem habente. Intumescentia maris, multùm officit cursui fluminum, & velocitatem eius remoratur, cum careat consuetâ cadentia. Mare non tantum ab æstu, sed etiam à vento valido intumescere potest: cui malo nullum est remedium nisi aggerum altitudo. Neque si alveus esset latior propterea impediretur hæc fluminis intumescentia, modò mare aliquot diebus in eadem altitudine perseveraret. Unde vides quàm malè rem intellexerit qui Tiberis inundationibus occurrere posse existimavit, si excavaretur fossa capax illius aquæ, quæ à rivulis, & minoribus fluviis in Tiberis alveum importatur. Neque enim hæ impensæ immensæ licèt, huic malo mederentur. Cum enim hæc intumescentia non oriatur ex insolito aquarum influxu, sed ex augmento maris, hæc fossa quæcumque tandem foret marinis aquis impleretur nisi aggeres, haberet elatos, facilius autem foret Tiberis aggeres augere, quam fossam tam immensam exca-

vare & aggeribus iisdem munire. Aliud eidem malo remedium excogitatum fuit, nempe cum experientia compertum esset, flante præcipuè siroco, Tiberim intumescere, eò quòd aquam maris in ipsum Tiberis alveum immittat, nonnulli crediderunt, si alius alveus ad aliam plagam obversus excavaretur, fore ut non ita intumesceret. In quo multa consideranda essent, & primò an mare in toto littore non augeatur flante siroco, si enim eius intumescentia est ita universalis ut in toto littore Italiæ inveniatur; supervacanea foret illa cautela.

Flumina autem ut plurimum procul à mari sæpè magis intumescunt, quam prope mare; quod animadvertitur in Pado, in quo sufficit prope mare ut aggeres aquæ consuetæ superficiem quinque pedibus superent, in locis remotioribus requiruntur 2n pedes, quod puto tribuendum majori alvei latitudini.

Ut ergo meliùs intelligatur fluminum decrementum, aut augmentum quod sæpè ex retardatione, aut incitatione aquæ oritur.

Sciendum est primò velocitatem fluvii oriri ex declivitate alvei, quæ ope libellationis cognoscitur, & de quâ adhuc inferiùs, a, ex præconcepto impetu sæpè flumina velocitatem habent, eò quòd per alveum valde declivem aliquandiu decurrerunt, tantam velocitatem aqua potest concipere, ut alveum horizontalem facilè pertranseat.

Rectitudo alvei juvat aquæ cursum quia cæteris paribus fit major inclinatio, quia longior alveus ut est sinuosus, sub æquali spatio minorem facit cadentiam. Secundò in sinuosis alveis retardatur ad ripas impetus aquæ: affectant sæpe flumina hujusmodi sinuositates ex causis per accidens quod inæquales ripas arrodant.

Quæritur deinde an meliùs sit alveum esse latiorem, quam arctum, & an aqua faciliùs, & velociùs fluat in uno quam in alio. Et primò quidem consideranda est illa retardatio, quam patitur aqua, dum fricat & tangit alveum. Nam inæqualitates alvei haud dubiè aquam remorantur; sicut inæqualitates tabulatorum in navibus earum motum imminuunt: & secundum eam considerationem, alveus cujus superficies major esset; majorem etiam aquæ moram afferret. Ita tubos cylindricos cæteris præferimus, quia figura cylindrica constans circulari; minorem habet superficiem quam prismata ejusdem capacitatis.

Quæri secundò potest an aquæ cursus tam inhibeatur, eò quòd aqua fundo horizontali insistat, ac quod ripis adhæreat, atque adeò an magis aqua ex inæqualitatibus fundi retardetur, quàm ex riparum inæqualitatibus: crediderim ex inæqualitatibus fundi; quia inæqualitates fundi aquam ad ascensum cogant, inæqualitates vero riparum, detorqueant motum, horizontaliter tantum: gravia autem præcisè motui horizontali non resistunt. Cætera hujusmodi ad praxin utilia considerari possunt.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Aucto fluvio, quantitas aquæ fluentis, ad quantitatem pristinam, habet rationem compositam, ex ratione altitudinis, & ratione velocitatis.

Sit fluvius qui crescat liquatis nivibus, aut aliâ quâcumque ratione; fiatque comparatio aquæ fluentis post incrementum cum aqua pristina. Dico rationem aquæ ad aquam, esse compositam ex ratione altitudinis, & velocitatis.

Demonstratio. (*Per 41. hujus*) aqua fluens, vel in duobus fluviis; vel in duabus sectionibus fluvii; habet rationem compositam ex rationibus sectionum, & rationibus velocitatum: & cum sectionum sit eadem latitudo (*per 1. 6.*) se habebunt sectiones, ut altitudines; igitur aqua, ad aquam habet rationem compositam, ex ratione altitudinum, & ex ratione velocitatum; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Quomodo aqua fundum excavent.

Primò certissimum est non posse aquam excavare fundum præcisè quòd gravitet. Quia cum terra majoris sit gravitatis in specie quàm aqua, vi solius gravitationis attolli non potest, aut loco dimoveri. Excavat autem dum se in poros insinuans, ab alia aqua currente trahitur & rapitur, secumque etiam terram avehit; præcipuè verò quando est inæquale solum, aqua in eas inæqualitates impingens, eas arrodit. Ita dum alveus excavandus est, sulcari taotum debet solum, aqua enim prætersluens, terram secum auferet. Maximè verò dum præcipitatur, fundum excavat, ex concepto per casum impetu. Ita ut in iis aggeribus quos ad dandam aquæ cadentiam construimus, ad machinas hydraulicas, opus sit post casum, lapidibus solum sternere, ne aquæ casu excavetur. Quod autem diximus de fundo, intelligendum etiam est de ripis, immò aggerum terra mollior reddita sæpè gravitate sua in fluvium decidit; quare multi ut meliùs ripas conservent, ultrò inæqualitatem omnem auferunt; & prominentes partes disjiciunt, neque enim aqua tolleret omnem inæqualitatem; sed unam auferendo aliam produceret.

Post maxima aquarum incrementa, si celeriter fluvii detumescant; disjiciuntur aggeres. Nam terra mollior, faciliùs dilabitur, ubi sustentari desinit: aqua enim sæpe terram continet, dum in eam gravitat; ubi verò eam molliorem redditam statim deserit, ad casum trahit. Quod si fluvius sensim decrescat non est tantum periculum, quia ripa sensim exsiccatur, & indurescit.

PROPOSITIO XLVIII.

Problema.

Quomodo derivatione minuantur fluminum aquæ; & exsiccentur paludes.

Quia hæc in usum communem venire possunt, fiuntque in hâc materia à multis propositiones ridiculæ, ideò nonnulla de hac subjicienda censui. Quæsitum fuit aliquando, an derivatione flumina minuerentur, assertumque ab aliquibus non minui. Quia scilicèt si deriventur aquæ, fluvii velocitas minor erit, & ex minori velocitate intumescet. Quæ ratio nullius est momenti, eò quòd manifestæ repugnet experientiæ.

Primò

Primò videmus quotiescumque flumina in duos aut plures ramos dividuntur, toties decrescunt. Secundò ubicumque latiorem habent alveum, toties minùs etiam profundum habent. Tertiò si hæc ratio valeret cum additâ novâ aquâ crescat velocitas, deberet fluvius minui. Fateor quidem & additâ novâ aquâ crescere velocitatem, & ex incremento velocitatis, impediri aliqua parte ejus incrementum, non tamen omninò. Unde diximus suprà, non quotiescumque dupla aqua in fluvium influit, toties duplicari fluvii profunditatem: assero tamen infusâ novâ aquâ, verè eum intumescere. Ratio est quia velocitas crescit, aut minuitur in ratione subduplicata altitudinis fluvij: unde si fluvius mediâ altitudine detumescat, aquæ inferioris, quæ restat velocitas non duplò minor erit. Quare simpliciter asseri debet, & immissione novæ aquæ, fluvium intumescere, & derivatione minui, non tamen secundùm rationem aquæ immissæ aut derivatæ. Nam fluvii sectio se habet per modum luminis, unde quotiescumque majus est aquæ perpendiculum, toties est major velocitas.

Ita derivatione paludes exsiccantur, ad hoc autem necessarium est, fundum esse altiùs vicinis fluminibus, aut mari, ut derivatio facilis fit, immò debet multis pedibus superare aquarum in fluvio vicino existentis superficiem; subsidunt enim sæpè post exsiccationem ea, quæ propter cœnum, & lutum antea altiora videbantur.

Secundò si accidat paludem altiorem esse fluvio dum depressus est, humiliorem autem, eodem intumescente, primò quidem aggeribus continendus est fluvius, ne in paludem exundet. Deinde alveus quo palus in fluvium exonerantur cataractis instruatur, quæ demittantur dum intumescet fluvius, eleventur dum humilis erit. Quia tamen fieri potest ut non advertente custode, cui nempè attollendi, & demittendi cataractas cora est demandata, intumescat de repente fluvius; fiunt portæ, quæ ex parte fluvii aperiri possint, sic enim dum fluvius in paludem influet, ab aqua fluvij influente claudentur; at verò aperientur ab aqua paludis in fluvium influente.

Si absolutè palus fuerit fluvio, aut vicino mari humilior postquam aggeribus cohibitus omnino, maris aut fluvii in paludem influxus, ad machinas recurrendum est, quæ aquam ex paludibus hauriant. Multas autem in sequenti tractatu machinas describemus.

Ita in Hollandia machinis hydraulicis à vento agitatis paludes mari humiliores exsiccant. Pariter si propè paludem esset rivus, facilè excogitari posset machina, quæ moveretur à fluxu rivi, & aquam ex palude hauriret. Ne tamen fiant machinæ quotiescumque majores sunt paludes, fontesque perennes, & copiosos habent, tunc enim nullæ machinæ sufficere possunt.

Tertiò exsiccantur paludes si injiciatur humus, & attollatur fundum, vel alluvione si immittatur rivus aut torrens, eo maximè tempore, quo cœnosus est. Si enim tunc in paludem injiciatur post tres dies cœnum deponet, ita alicubi vidi agrum arenosum, & inutilem, superinductu sæpe rivulo, eo maximè tempore, quo cœnosus erat secumque optimam terram deferebat in feracem evasisse. Fiebant enim aggeres, qui inductas rivi aquas continere possent, post triduanam autem quietem dimittebatur aqua; singulisque vicibus duobus aut tribus digitis solum assurgebat.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

De cadentia fluvii, ut aqua currat.

Diximus supra necessarium esse, adhoc ut aqua fluat terminum ad quem depressiorem esse termino à quo. Quæritur autem in fluviis quænam elevatio requiratur, ut fluant, quænam ut cum velocitate aliqua. Loquor autem simpliciter de depressione verâ, non autem tantum respectu lineæ horizontalis; sed respectu circuli per terminum ad quem transeuntis.

Omnibus pensatis ad motum simplicem aquæ requiritur declivitas semipedis in singula milliaria; communiter unius pedis, quæ sit vera declivitas, non sumpta penes horizontalem lineam, termini à quo, sed penes circulum. Duo aut tres pedes declivitatem sufficientem exhibebunt ad fluxum notabilem.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Quando flumen excrescit in altitudinem vivam, velocitas nova ad velocitatem pristinam est in subduplicata ratione altitudinis.

Hæc propositio est contra Benedictum Castellum, qui referente Ricciolio vult in tali casu velocitates se habere ut altitudines, eique bonum sensum conatur attribuere idem Pater.

Nam altitudines vivæ se habent ut perpendicula tuborum, & alveus fluminis quasi lumina; sed velocitas crescit in ratione tantum subduplicata altitudinum tuborum; igitur velocitates in eadem tantum ratione subduplicatâ altitudinum vivarum procedent.

Quod enim voluit Pater Ricciolius ut aqua in termino à quo cresceret supra aquam in termino ad quem. Ponamus verbi gratiâ Rhodanum intumescere uno pede, etiamsi ejus aqua in termino à quo, paulò elevatior sit, non video tamen quomodo hæc mutatio in declivitate alvei nempe unius pedis supra 100 leucas aliquid efficere possit. Dicendum igitur est aquam inferiorem à superiori compressam velociùs fluere, nam si superioris aquæ superadditæ impediretur cursus, inferior tamen quasi per lumen seu foramen fluetet, velocitate majore, quæ nempe se haberet in ratione subduplicatâ altitudinum. Unde etiamsi non impediatur cursus aquæ superioris, eodem tamen modo fluit inferior, & secum superiorem trahit, & evehit.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Quando flumen excrescit in altitudinem vivam, aqua quam post incrementum transmittit, ad eam quam antea transmittebat habet proportionem compositam ex ratione altitudinum & subduplicatâ ratione altitudinum.

Sit flumen cujus altitudo 8 pedum, excrescat ad altitudinem 18 pedum, sitque ratio subduplicatâ rationis 8 ad 18, ratio 8 ad 12. Dico aquam quæ

 transmittitur

transmittitur post incrementum, ad aquam quæ transmittebatur antea, esse in ratione composita, ex ratione 8 ad 18, & 8 ad 12. Fiat ut 8 ad 18 ita 12 ad 27. Dico esse aquam post incrementum ad aquam anteriorem, eodem tempore fluentem non ut 8 ad 18; sed ut 8 ad 27.

Demonstratio. Aqua post incrementum, ad aquam post decrementum, est in ratione composita, & ex ratione velocitatum, seu subduplicatâ altitudinum, & ratione sectionum; sed sectiones candem latitudinem habentes sunt ut altitudines (*per* 1.6.) igitur aqua fluens post incrementum, ad aquam pristinam, est in ratione composita ex ratione altitudinum, & subduplicatâ earumdem altitudinum.

COROLLARIUM.

Ex hoc vides falsum esse aquas istas se habere in ratione duplicata altitudinum, & consequenter omnes propositiones & praxes, quæ in hac proportione duplicata fundantur falsas esse.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Quanta aqua addenda sit, ut fluvius uno pede crescat respectivè ad aquam fluentem.

Sit fluvius quicumque cujus altitudo nota sit verbi gratiâ pedum 9, quæritur quantùm aquæ illi addendum sit, ut crescat uno pede seu an dupla, an tripla. Nam absolutè aqua addenda cognosci non potest, nisi fluvii velocitas cognoscatur. Igitur cum altitudines se habeant ut 9 ad 10: inter 9 & 10, quæratur media proportionalis, aut inter 90 & 100; nempe $95\frac{73}{100}$ fiatque 90 ad 95, ita 10 ad $10\frac{5}{9}$ circiter. Erit aqua tota quæ fluet post incrementum; ad eam quæ antea fluebat, ut $10\frac{5}{9}$, ad 9, & ea quæ addi debet ad aquam fluminis ut $1\frac{5}{9}$, ad 9. Quare fluvius sextâ parte minor, sed ejusdem velocitatis illud augmentum præstare posset, in alveo regulari.

COROLLARIUM I.

Eâdem methodo scies quanta aqua derivanda sit, ut flumen detumescat quantùm volueris, quod usui etiam esse potest circa fontium erogationa.

COROLLARIUM II.

Datâ quantitate aquæ fluentis, sub duabus altitudinibus ejusdem alvei regularis, & data una altitudine, invenire alteram altitudinem. Hoc corol. est tantum conversio præcedentis propositionis.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Datâ altitudine viva fluminis, & aqua quantitate per ejus alveum defluentis, aut ejus velocitate, & sectione, datâ insuper quantitate aquæ fluentis æquali tempore in torrente influente, seu date ejus alveo, & velocitate scire quanta sit futura fluminis intumescentia.

Sit flumen A, cujus sciatur altitudo viva, item nota sit quantitas aquæ, per ejus alveum fluentis tempore determinato, quæ innotescet ex velocitate, & latitudine alvei, sit item cognita quantitas aquæ fluentis eodem tempore, per alium fluvium, aut torrentem B, influentem in fluvium A; quæritur quantùm intumescere debeat fluvius A, si in ejus alveum immittatur fluvius B.

Inter aquam à fluvio solo A transmissam, & aquam post immissionem torrentis B, fluentem, quærantur duæ mediæ proportionales methodo in quarto l. Geometriæ explicatâ. Dico ita esse altitudinem vivam fluvii A solius, ad altitudinem vivam ejusdem receptâ aquâ torentis B, sicut quantitas prioris aquæ ad secundam mediam proportionalem. Quod antequam demonstrem ratione, exemplo explicandum censeo. Sit fluvius A, devolvens intra minutum 2000 exapedas cubicas; sit alius torrens intra idem minutum exapedas cubicas 1000 devolvens, qui influat in fluvium A, inter 2000 & aggregatum ex 2000, & 1000, seu 3000, quærantur duo medij proportionales 2500.2620, circiter fitque altitudo viva fluminis A, ante influxum alterius pedum 35. Fiat ut 2000 ad remotiorem mediorum proportionalium, nempe 2630, ita 35 pedes ad 46. Dico intumescere fluvium A 11 pedibus, seu fore ejus altitudinem totalem pedum 46.

Demonstratio. (*Per* 49. *hujus*) aqua quæ transmittitur per alveum fluminis A, postquam excepit torrentem B; ad aquam pristinam, seu 3000, exapedæ cubicæ ad 2000, habent rationem compositam, ex ratione altitudinum, & subduplicata ratione altitudinum. Ergo si dividatur ratio numeri 3000, ad numerum 2000, in duas rationes quarum una sit duplicata alterius, ratio duplicata erit ratio altitudinum. Inventis autem duabus mediis proportionalibus, id præstamus. Cum enim sint numeri isti continuè proportionales 2000. 2300. 2630. 3000 circiter, erit ratio 2000 ad 2630, duplicata rationis 2630 ad 3000. Nam ut procedatur à numero 2000, ad 2630, bis repetitur ratio æqualis, rationi 2630 ad 3000: ergo ratio 2000 ad 2630, erit ratio altitudinum. Ut autem 2000 ad 2630; ita 35 pedes, prior altitudo, ad 46 pedes altitudinem quæsitam, quam babebit aqua postquam fluvius A, torrentem B excepit.

COROLLARIUM.

Ut dividatur ratio quæcumque verbi gratiâ ratio quæ est numeri C, ad numerum F, in duas rationes quarum una sit duplicata alterius, inter numeros C & F, quærantur duo numeri B & E, continuè proportionales. Ostendi rationem primi C ad tertium E, duplicatam esse rationis numeri E ad F. Licèt autem non inveniantur duo numeri medii proportionales, secundùm exactitudinem Geometricam; est enim unum ex insolubilibus problematibus, seu duplicatio cubi: per attentationem tamen, si nulla alia via suppeteret id sufficienter ad præsens institutum præstaremus.

Abbas tamen Castellus asserit altitudines habere rationem aquarum subduplicatam. Hoc est cognitâ quantitate aquæ fluentis intra certum tempus in flumine depresso, cognitâ item quantitate aquæ decurrentis aucto flumine, asserit altitudines se habere, ut radices, quarum hæ duæ aquæ sint quadrata. Immò subdit experientiam respondere Theoriæ, ita ut in superiori exemplo non se haberent altitudines, ut 2000 ad 2630; sed ut 2000 ad 2450.

Quare si exacta fuit experientia, & si potuit

fieri

fieri eum ea perfectiooe, aliter haud dubiè se habere deberet prop. 49, cujus tamen demonstratio clarissima est. Nisi dicendum sit dum fluvius intumescit, paulò majorem copiam aquæ fluere quàm pro ratiooe altitudinis, & velocitatis fluere debeat ex accidenti, eo modo quo diximus de luminibus majoribus, quæ paulò majorem aquam emittunt quàm deberent, si respectivè sumantur in ordine ad minora, nempe lumen quadruplum sub eâdem tubi altitudine, paulò magis quam quadruplam aquam profundere.

Ostenditur autem ulteriùs ratione, non posse aquam, ad aquam in tali casu esse io duplicata ratione altitudinum; Ostendimus (*propos. decima septima*) si lumina sint æqualia, aquam ad aquam esse in subduplicata ratione altitudinum; item aquam esse in ratione velocitatum, quæ etiam est subduplicata altitudinum. Item ostendimus si sint duo foramina, esse aquam ad aquam, ut foramina, si sit eadem altitudo; si autem foramina habeant eamdem altitudinem, erit aqua ad aquam, ut altitudines foraminum. Cum autem alvei altitudo se habeat ut foraminis altitudo, item se habeat ut perpendiculi altitudo, aqua ad aquam se babebit in ratione composita ex ratione altitudinis, considerando altitudinem aquæ in alveo pro altitudine foraminis, & ex ratione subduplicata altitudinis, considerando altitudinem aquæ in alveo, pro altitudine perpendiculi.

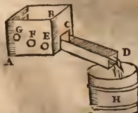
Ut nihil dissimulem, quia hæc ultima consideratio non nihil videtur deficere in eo quod augmentum perpendiculi, dum crescit aqua in alveo, non fit pro toto, ut ita dicam, foramine, hoc est si crescat aqua tribus digitis, non crescit tribus digitis supra foramen præsens, cum illud augmentum sit etiam pars foraminis; Quare forsitan erit aliquid demendum.

PROPOSITIO LIV.

Problema.

Quomodo mensuranda aqua per canales inclinatos.

Quia quæ diximus de tubis, & luminibus non sine difficultate aliqua fluminibus, & eorum alveis accommodari possunt, ideo operæ pretium erit hæc omnia experiri. Sit igitur vas quodcumque AB, cui in puncto C, aptari possit canalis apertus CD.



Ita infundatur aqua in vas AB, ut aqua fluat in canali CD ad altitudinem unius digiti. Ut autem constans sit, & uniformis fluxus, aperiatur verbi gratiâ foramen E, ut si plus aquæ infunderetur quàm sit necessarium, hæc aqua effluat per foramen E: Fluat autem per 15 minuta, quæ ope perpendiculi metiri poteris. Et aquam interea dolio H exceptam metieris, aut statera expendes. Tum manente eâdem canalis CD inclinatione, cæterisque omnibus immotis clauso foramioe E, aliud aperies F, ut aqua in canali digito augeatur, iterumque exceptam aquam metieris, & ita deinceps, per plurimas observationes habebis notam proportionem, quam habet aqua æquali tempore fluens, & an sit in duplicatâ ratione altitudinum in canali, an verò in ratione composita, ex ratione altitudinum, & ratione subduplicata earumdem altitudinum.

PROPOSITIO LV.

Problema.

Applicatio præsentis doctrinæ peculiari materiæ.

Celeberrima fuit quæstio apud Bononienses, an fluvius quem Rhenum Bononiensem vocant, possit io Padum sine periculo immitti. Difficultas autem erat, an propterea Padus exundaret, & aggeres superaret. Cùm enim Padus non admisso Rheno, ita augeatur, ut supersint duo tantùm pedes aggerum, qui supra superficiem aquæ extent, videndum est utrum immisso Rheno Bononiensi, augendus sit Padus uno pede. Aliqui nullam velocitatis rationem habentes, cum latitudinem Padi viderent esse mille pedum, & sectionem alvei Rhenani esse 2000 pedum quadratorum, existimarunt fore, ut padus augeretur duobus pedibus. Quod ut examinemus, omissis multis aliorum supputationibus,

Supponenda est latitudo Padi quæ alicubi inventa est pedum 700. maxima altitudo pedum 31. velocitas ejus intra unam horam quinque milliaria, seu pedes 25000; quare multiplicando 700 per 31, fit ejus sectio 21700 pedum quadratorum; quæ si multiplices per 25000, fient pedes cubici intra horam currentes 542500000.

Sed Rhenus est profundus pedes 8, & latus pedes 190. fit ejus sectio pedum quadratorum 15200, intra horam tria milliaria percurrit, id est 1500 pedes. Multiplica 15000 per 1520, & habebis 22800000. Fiat aggregatum 565000000, & inter hos numeros 5425, & 5653, abjectis scilicèt utrioque quinqoe cyphris; quærantur duo medii proportionales, aut inter $54\frac{1}{4}$ & $56\frac{1}{2}$, invenio circiter pro primo numero 55, & pro secundo $55\frac{3}{4}$, Dico ergo altitudinem Padi ante immissionem Rheni Bononiensis, ad ejusdem altitudinem post immissionem ejusdem Rheni, esse ut $54\frac{1}{4}$ ad $55\frac{3}{4}$, seu ut 217 ad 223. Fiat ergo ut 217 ad 223 ita altitudo 31 ad altitudinem $31\frac{106}{217}$, seu ferè $\frac{6}{7}$, hoc est fere uno pede intumescet padus.

Invenerat autem Ricciolius, usus nempe proportione Castelli, qui vult copiam aquæ currentis esse in duplicata ratione altitodinum, invenit tantum digitos 6, seu semipedem; si nempe Rhenus intra horam conficiat milliaria 3.

PROPO

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Ut se habet superficies vasis, aut lacus ad sectionem alvei per quem exoneratur; ita velocitas aquæ in prædicto alveo ad decrementum aquæ in lacu, aut vase.

Sit lacus v.g. Lemanus, qui per Rhodanum exoneratur: Ponamus omnem rivum influentem, aut pluviam arceri. Dico ita esse superficiem lacûs ad sectionem Rhodani, ut velocitas Rhodani ad decrementum aquæ in lacu Lemano. Hoc est ut spatium quod decurrit aqua in Rhodano, aliquo tempore determinato, verbi gratiâ intra horam, ad decrementum aquæ in lacu, eodem tempore.

Demonstratio. Si multiplices sectionem Rhodani per spatium quod aqua percurrit intra horam, habebitur quantitas aquæ, quæ intra horam exoneratur per Rhodanum; sed hæc eadem est cum aqua, quæ deest in lacu Lemano, quæ etiam habetur ex multiplicatione superficiei lacûs per decrementum altitudinis aquæ; igitur eadem habetur aquæ quantitas, seu idem pedum cubicorum numerus, multiplicando superficiem lacus per decrementum altitudinis, qui habetur ex multiplicatione sectionis Rhodani per spatium decursum intra horam. Quare si superficies lacûs sit primus numerus, sectio Rhodani secundus, spatium decursum ab aqua in Rhodano tertius, & decrementum aquæ in lacu quartus; idem numerus proveniet ex multiplicatione primi per quartum, & ex multiplicatione secundi per tertium. Quare (*per* 16.6.) erit ut superficies lacûs ad sectionem, ita spatium quod percurritur ab aqua in Rhodano intra horam, ad decrementum aquæ in lacu Lemano intra idem tempus. Quod erat demonstrandum.

Suppono autem nihil aquæ influxisse in lacum, sive ex rivis aut fontibus sive ex pluvia. Ut autem conjicias quantum aliquis lacus ex pluvia aliqua crescere debeat, exponatur vas aliquod aut cylindricum, aut prismaticum pluviæ; quot enim digitis aqua augebitur intra vas illud, tot etiam digitis crescere debet lacus ex eadem pluviâ. Immò nisi aqua absorberetur à terra, tot digitis deberet aqua augeri in tota aliqua regione. Ex quo poterit facilè cognosci an aqua quæ ex pluvia, in totam regionem aliquam decidens sit major illa quæ per fontes, & amnes fluit ab una pluviâ ad aliam.

Notandum item supponi velocitatem eandem perseverare saltem physicè, ut meliùs procedat calculus, & sit exactior; loquimur enim de eâdem velocitate perseverante, hoc est etiamsi perseveret eadem velocitas. Nam imminutio velocitatis alio modo se habebit ac decrementum aquæ, hoc est in duplicata ratione decrementi, ut diximus suprà.



TRACTA

TRACTATUS XVIII.

DE MACHINIS HYDRAULICIS.



VAM utilis, & jucundus sit futurus hic tractatus, nemo non videt cujus nempe partes sunt, aquas & utilitati, & oblectationi hominum accommodare, & in varios usus deducere. Multa passim motûs aquæ assignantur principia, quibus nempe aqua, iners alioquin & pigra, animatur ad motum. Hæc autem vulgò quinque recensentur.

Vis attractiva, ad vacuum impediendum, aut fugiendum, quâ vi aqua, sua ut ita dicam gravitatis oblita, in sublime attollitur: de hoc principio, jam satis fusè suprà diximus. Ostendimus omnes ferè effectus, qui passim, tali fugæ vacui tribuuntur, facilè in aëris gravitatem, aut vim elasticam refundi posse. Si quæ tamen occurrant experimenta, alicujus momenti, quæ id aut infirment, aut stabiliant, non dissimulabo.

Aliud principium erit vis expulsiva corporum, cum enim duo corpora in eodem loco esse non possint si ab alio impellatur aqua, loco cedere cogitur, impetumque & motum concipit.

Tertium est vis rarefactiva, aut elastica, aeris præcipuè, neque enim Machinas hydraulicas, ita nunc attingimus, ut de aëre, & spiralibus nihil dicere audeamus, cùm sint materia omninò connexa, & quæ vix ab invicem separari, aut sejungi possint.

Quartum erit aquæ naturalis gavitas, vi cujus, dum in inferiorem locum magna vi, & concepto impetu descendit, rursus resilit, & in auras attollitur.

Quintum denique erit vis externa animalium, ventorum, quâ aqua alioquin torpens in sublime attollitur. Has machinas tractorias appellabimus; ad quod genus revocabimus eas omnes quæ vim aquæ decidentis, & in præceps ruentis agnoscunt.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Attractio seu aëris gravitatio.

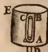
Quia innumeræ vulgò proferuntur Machinæ hydraulicæ, in specie quidem diversæ, re ipsa verò, aut similes, aut eædem: ideo in suas classes distribuendas censui, & ad sua principia revocandas, ita ut à simplicioribus incipiendo, ad difficiliorea sensim progrediamur. Primum argo sit principium jam suprà explicatum, syphon inversus ABC, ita ut pars BC longior sit parte AB. Ostendimus superiùs, vel aquam BC attrahere aquam AB, vel aërem incumbentem vasi A, attollere uquam AB; eò quòd aqua BC impediat gravitationem ejusdem aëris in uquam AB. Ponamus enim aëris gravitationem æqualem esse gravitationi 32 pedum aquæ, & aquam AB esse æqualem 20 pedibus, aër gravitans in A superat gravitationem AB, gravitatione 12 pedum. Sit BC viginti duorum pedum, gravitatio aëris in C, superat gravitatem aquæ BC tantùm gravitatione pedum decem. Cum ergo aqua BA gravitet in A, eamque aër superet gravitatione 12 pedum, & aqua BC gravitet in C, eamque aër superet tantum gravitatione pedum 10. ideoque quantum potest sustentat aquam BC, & eâ mediâ gravitas in aquam AB, sed gravitate 10 pedum. Cum ergo aqua AB in se habeat gravitatem pedum 20. qua deorsum impellitur, impellatur item deorsum ab aëre gravitante in C; sed impellatur vi gravitationis ut 10, deorsum feretur aqua AB, gravitatione ut triginta: sed sursum impellitur vi gravitationis aëris gravitantis in A ut 32. Ergo adhuc sursum attolletur aqua, quandiu nempe aqua in BC superabit longitudine aquam AB. Ostendimus enim in tubis communicantibus, solam longitudinem attendendam esse, nihil conferente tubi crassitie, eò quòd uqua sit in minori motu dum tubus est majoris diametri.



Alii idem explicant per attractionem; volunt enim dum instat vacuum, produci in corporibus contiguis unionem. Quare cum sit contiguitas inter aquam AB & BC, & BC prævaleat, sitque aut gravior, aut saltem majoris momenti; secum trahet aquam AB.

Ista machina etiam si simplex, ita variè deformatur, ut eam agnoscere sit nonnunquam difficilè.

Et primò quidem syphon quem vocant diabeten, eodem nititur principio. Sit enim tubus AB



fundo vasis afferruminatus in A, illudque transgrediens usque in D. Circa illum sit alius tubus paulo major, eumque ambiens, habens forameo in A; concavitas majoris tubi quæ restat inter minorem & ejus latera, habet vicem unius brachii, tubus vero interior BAD vices gerit alterius brachii. Quare si plenus sit uterque tubus aquâ, cum tubus BAD sit longior, aqua fluet. Unde Hero docet modum quo fiat vas, in quo si aquam usque ad aliquam altitudinem infundas, eam continebit; si verò ulteriùs pergas, totam profundet. Nam si aquam sensim in vas AE infundas, dum assurget in vase, sensim etiam augebitur in cavitate tubi ambientis aëre inelnso abeunte per tubum ABD: dum verò aqua pervenerit ad orificium interioris tubi, præcipitabitur, ut in syphone inverso diximus.

Usus item syphonis inversi optimus est ad evacuandum vas aliquod æquabiliter: si enim lignea tabulæ in vase penultimæ figuræ positæ, & aquis innatanti, syphonem inversum inseras, cujus os aquæ immergatur ad unum aut alterum digitum; simul cum aquâ imminutâ descendet tabula, simulque syphon, atque adeò tantumdem semper io aqua immergetur, & tantumdem semper aquæ, per syphonem effluet. Quæ methodus aptissima est horologiis hydraulicis de quibus inferiùs.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Syphon inversus variè interruptus.

Ut à facilioribus sensim ad difficiliora progrediamur, ostendendum est, aquam per attractionem ascendere, etiam si aliquod aliud corpus mediet. Sit ergo syphon inversus FGHI, sitque



aqua FG, HI, spatium autem GH sit plenum aëre. Dico si etus HI longiùs sit crure FG, fore ut aqua adhuc ascendat, etiamsi sit interruptio.

Demonstratio. Si detur in rerum naturâ illa unio inter corpora contigua quotiescumque instat periculum vacui, in tali casu dabitur unio inter aquam HI & aërem GH, item inter aërem GH & aquam FG, & quia momentum aquæ HI majus est momento aquæ GF; aqua HI debet trahere aërem, & aër aquam GF. In tali tamen casu nunquam descendet aër, nam ubi aqua excesserit orificium G, cum sit aëre gravior, inferiorem locum petet, & semper occupabit orificium H.

Si verò nullâ admissâ tali unione, ad aëris gravitatem velimus recurrere; probabo ut priùs, aquam GF, cujus momentum minus est momento aquæ HI, non tam resistere gravitanti aëri, quàm resistit aqua HI, atque adeò aquam GF impelli sursum ab aëre circumstante, modò tamen etus GP non superet altitudinem pedum 33; alioquin aër aquam ad ascensum cogere non poterit.

PROPOSITIO III.

Problema.

Salientem in vitreo vase exhibere, qua scaturiginis altitudinem superet.

Fiat vas metallicum AB, cui imponatur vitreus cylindrus, ita exactè vasi ferruminatus, ut omnis aëri externo intercludatur aditus. Sit antem vas illud instructum tubo CD, ejus fundum pervadente, & in apicem desinente, hic tubus aquæ immergatur. Sit & alius tubus EF, paulò longior tubo CD, vas AB habeat aquam, ad duos aut tres digitos, quæ inseratur per verticellum G, sit & alia clavicula H in tubo EF. Clansâ ergo clavieulâ G, aperiatur clavicula H, tunc (*per superiorem*) aqua ascendet per tubum CD, immò si tubus EF multò longior sit tubo CD, magno



impetu feretur aqua, videbiturque saliens in vitro, unius aut alterius pedis; perdurabitque quamdiu in vase K non deficiet aqua.

Demonstratio nulla alia requiritur, quàm quæ supra pro interrupto syphone allata est.

Moneo tamen duo; nempe ne laxior sit tubus EF, tunc enim fieri poterit, ut aqua ejus capacitatem totam non impleat, sed admittatur aër, qui si ascendat, totum negotium interturbabit, fluxumque

xumque aquæ per tubum C D fistet. Quia in aquam tubi CD gravitabit.

Alterum est ne tubus CD superet longitudine pedes 33.

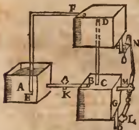
PROPOSITIO IV.

Problema.

Fontis alicujus dimidiam aquam supra scaturiginem attractione attollere.

In superiori fonticulo, licèt aliquid ad recreationem habeamus, nihil tamen ad utilitatem; neque enim crescit aqua in vase AB, licèt alia atque alia succedat: quærimus autem, ut vel ad usus domesticos, vel ad recreationem, fontis alicujus dimidia aqua sursum attollatur, modò tantundem aquæ infra scaturiginem descendat.

Sit ergo scaturigo in A, è quâ deducatur aqua in vas B, undique clausum; sit aliud vas D item undique clausum, in quod impelli debet aqua. Pertingat autem tubus CD ab operculo vasis inferioris ad summitatem vasis superioris, sit item tubus G æqualis priori CD in longitudine, immò



& paulò longior. Sint item elaviculæ K, L, M, N Primò aperiantur claviculæ K, M; K quidem ut aqua influat ex A in vas B, & clavicula M ut præbeat exitum aëri incluso, & claudatur clavicola L, implebiturque aquâ vas B.

Tum claudantur claviculæ K, M; item clausa sit clavicula N; aperiatur clavicula L. Dico aquam vasis B descensuram per tubum G, aëremque vasis D descensurum in vas B; denique aquam ascensuram per EF in vas D, modò tamen altitudo CD 33 pedes non superet.

Demonstratio eadem est quæ syphonis inversi, & interrupti.

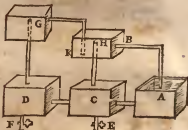
Nunc restat quærenda methodus aperiendi & claudendi claviculas, ut nempe, non solum semel impleatur vas D; sed pluries, effundatque aquam per foramen N in aliud vas, aut salientem efficiat. Quod facilè præstabimos vase culminante: quod aqua semiplenom poterit aliquantulum descendere, & vertere omnes elaviculas. Ubi verò plenum fuerit aquâ, culminabit, totamque aquam effundet, tunc autem poterit attolli à ponderibus contrapositis. Sed hæc artificibus excogitanda relinquimus; sunt enim satis facilia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Fontis aliquam partem, ad quamcunque altitudinem attollere.

Duas cautiones in superiori propositione adhibuimus; prima fuit ne altitudo CD superet 33 pedes, secunda ut tubus GH sit paulò longior tubo CD. Si tamen aut altitudo ad quam elevanda est aqua superet 33 pedes, aut sit major quàm descensus, quo infrà scaturiginem aqua potest descendere: tunc recurrendum est ad istam methodum. Sit ut priùs fons A, cui immersus sit tubus AB, impleantur aquâ vasa C, D; tum aliis omnibus occlusis aperiatur clavicula E, fluetque



aqua ex vase C, in cujus locum descendet aër vasis B, & aqua ascendet ut priùs per canalem AB. Aperiatur clavicula F, aqua vasis D per eam descendet, aër vasis G descendet in D, aquâ interea ascendente ex vase B per tubum KG.

Demonstratio. Cum tubus C E supponatur paulò longior tubo AB, & AB minor pedibus 33, cum sit connexio inter partes ut volunt nonnulli, aqua CE præponderabit, & attollet aquam AB idem dico de aqua DF quæ descendendo attrahit aquam KG.

Quod si per æquilibrium aëris idem velimus explicare, Cum aperta sit via aëri per ECH, ponderabit in aquam vase KB contentam, eamque coget ad ascensum, modò gravitatio aquæ DF major sit gravitatione aquæ GK, magisque resistat DF gravitationi aëris, quam aqua KG.

Neque hoc mirum videri debet, nam tertia tantum pars aquæ ascendit in G: ascendit enim tantum aquæ in vas KB, quantùm effunditur per CE, & ex KB in G tantumdem ascendit, quantùm fluit per DF. Mirum autem non est si duæ libræ aquæ attollant ad duplam altitudinem quàm ipsæ descendant, unam libram.

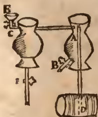
PROPOSITIO VI.

Theorema.

Duo vasa ita constituere, ut per attractionem tantumdem præcisè vini ex uno hauriat, quantum aqua in aliud infuderis.

Hæc propositio à superioribus non differt, nisi

nisi in dispositione, nam in penultima figura, etiamsi vas B esset æquè altum ac vas D, sequeretur idem effectus. Sit primo vas A, è quo tantundem vini haurire volumus per claviculam B, quantum aquæ infuderimus in vas C. Primò in vase A sit tubus AD pertingens ferè usque ad fundum alicujus dolioli, aut alterius vasis vino pleni. Sit item alius tubus C A pertingens ab uno vase in aliud, quibus tubus occultus esse potest. Sint autem duo vasa undique clausa; vas C ita constitutum sit, ut apertâ claviculâ C impleri



possit aqua; clausa nempe clavicula F. Claudatur ergo clavicula E, & aperiatur clavicula F; descendet aqua è vase C, in cujus locum succedet aër vasis A, atque adeo ascendet vinum, & præcisè quanta fuerat aqua infusa in vas C. Vinum autem habebitur per claviculam B cum opus erit.

Demonstratio eadem est quæ propositionis quartæ cum iisdem cautionibus.

PROPOSITIO VII.

Problema.

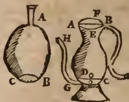
Fluxus liquidorum per attractionem impeditur.

In hâc propositione referam multos effectus, qui vulgò attractioni tribuuntur: Non attingam tamen illos, qui principium habent mixtum. Unde nec syringem, nec anthlias attractivas referam; quamvis enim dum syringis embolus educitur, aqua sequatur per attractionem, quia tamen hæ machinæ vires externas exigunt, ad emboli eductionem; ideo in alium locum rejiciendæ sunt.

Sit ergo primò experientia communis, si è dolio, aut quocumque alio vase satis amplo, educendum sit liquidum per foramen in vasis aut dolii inferiori parte collocatum: non fluet liquidum nisi per superius aliquod spiraculum aëri concedatur aditus. Hic effectus vulgò attractioni, aut saltem adhæsioni liquidi cum dolio, ob metum vacui tribuitur: alii verò aëris gravitatem agnoscunt, impedientem ne liquidum effundatur.

Sit ergo primò irrigatorium AC, cujus fundum sit pertusum, illud in aquam immergimus aperto osculo A, ubi autem plenum fuerit aqua digito idem orificium A claudimus, eductoque irrigatorio, aqua suspensa manet, nec effluit, ubi verò, amoto digito, succedit aër, aqua per fundi foramina egreditur.

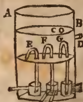
Idem experimur in scypho, qui si ex aquæ superficie educatur, secum suspensam educit aquam.



Ita constitues vas aliquod, è quo per idem osculum, effundes vel seorsim aquam, vel seorsim vinum, vel mixtum aquâ vinum. Sit enim vas aliquod, in duas partes septo aliquo verticali ABDC divisum; in superiori parte, sint duo foramina E & F; item alia duo in parte inferiori, quæ ad eundem tubum incurvum G H pertineant. Ima vasis pars AFB impleatur vino, & pars AEB impleatur aquâ. Dico obturato foramine F, vinum non effluere; & obturato foramine E, aquam non fluere: atque ita liquorem habebimus per tubum GH quem voluerimus. In hunc modum alia multa adinvenire possumus.

Proponit Hero vas, in quod si aquam infundamus, primò fluet aqua per unum canalem, tum per duos, exinde per tres.

Sit vas AB in quod aquam infundamus, quæ



per foramen C descendat in secundam capacitatem aëre per spiraculum D exeunte. Sint tres syphones E, F, G inæquales, quorum inferiores partes in vasa pertineant. Vasa autem ita se habeant, ut primum unico tubo foras prodeunte instructus sit; secundus duobus; tertius tribus. Cum aqua pervenerit ad flexuram E, præcipitabitur, replebitque vas subjectum, & exinde per unicum tubum foras erumpet. Supponitur autem per syphonem E plus aquæ fluere posse, quam suppeditari possit per foramen C. Unde evacuabitur tota capacitas, & syphon E replebitur aëre, ea parte exceptâ quæ subjecto vasi immergitur. Dum verò secundò fluet aqua, perveniet que ad flexuram E, non propterea fluet per syphonem E, quia cum syphon sit plenus aëre, aër autem exitum non habeat, utpote qui aquâ subjectâ impediatur, aqua syphonem ingredi non poterit, præcipuè si vas subjectum sit satis altum.

Unde

Unde redditur inutilis primus syphon, quare ad secundum progrediendum est, qui duobus tubis instructus est, tum ad tertium qui tribus.

In hac machina est aliquid difficultatis; invenio enim si præcisè rationem gravitatum habeamus, debere aquam etiam secundò fluere per syphunem E, etiam aëre plenum. Aqua enim non desinit gravitare medio aëre, in aquam inferiorem vase contentam, ut in aliis multis machinis accidit. Experimur tamen aliquam difficultatem ut aër aquam pervadat, aut ut eam supra se positam attollat. Unde existimo talem machinam successu non carituram.

Ad hoc machinatum genus revocari possunt aviculæ, quæ oblatam quamcumque aquam ebi-



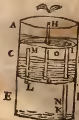
bunt. Sit enim avicula cujus corpus sit plenum aquâ, si rostrum immergatur aquæ, laxeturque clavicula, aqua sequetur, ne tamen aqua exire videatur nonnulli aviculæ basin subjiciunt, quæ absurptam aquam excipiat.

SECUNDUM PRINCIPIUM.

Vis expulsiva corporum.

PROPOSITIO VIII.

Fons Heronis.



Ingeniosissimum haud dubie mihi semper visum est hujus fontis artificium, nec inventu facilè, cum satis mirum videatur, ut aqua suapte, ut ita dicam sponte, in altum prosiliat. Simplicem in hac propositione illius exhibeo ideam, quæ variis usibus aptari potest; Constat autem hæc machina, triplici vase, uno aperto, quod sit AB, duobus clausis CD, EF, syphonibus tribus; primo GH qui ex inferiori secundi vasis parte, etiam aquam superiori vase contentam permeat; secundò IK, qui à superiori vase, ad infimum pertinet; tertiò LM qui à suprema inferioris vasis parte ad supremam medii protenditur. Implentur vasa A B, C D, aquâ, E F autem vacuum est, seu plenum aëre. Usus autem talis est; aqua superioris vasis AB, per tubum IK naturali gravitate descendit; aër autem vase EF contentus per tubum LM supra aquam ascendit & cum alius atque alius in vas C D introducatur, expellit aquam, eamque ad ascensum per tubum G H cogit. Quare modò aqua descendens per tubum K I prævaleat, sitque majoris momenti quàm aqua ascendens per tubum G H, necessariò habebimus intentum. Unde nonnulli separant vasa ab invicem, præcipuè verò vasa C D, E F, tunc enim fit longior tubus IK; idem tamen artificium perseverat.

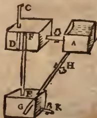
In hac machina invenitur tantùm interruptus sypho; sicut ergo in vasibus communicantibus aqua tantundem in uno ascendit, quantum in alio, ita etiam in vasibus commonicantibus, in quibus interruptio fit per aërem, tunc erit æquilibrium, quando aqua descendens erit æqualis altitudinis cum aqua ascendente. Ponamus igitur, vas EF esse plenum aquâ, usque ad punctum N, altitudo aquæ descendentis erit I N; ponamus item in vase C D, superficiem aquæ pervenire usque ad punctum O, aquæ ascendentis altitudo erit O H; si O H, & I N fuerint æquales erit æquilibrium, & aqua perveniet ad H, neque ulteriùs ascendet. Si quis igitur desiderat salientem alicujus momenti; debet ita machinam componere, ut tubi I K longitudo multum superet longitudinem tubi G H. Cessabit autem motus machinæ cum vas C D vacuum fuerit aquâ, aut vas EF, plenum. Ut autem omnia restituantur, invertatur machina, tunc aqua vasis E F, per tubum LM descendet in capacitatem C D, aëre per tubum G H exeunte, pariter per tubum IK, succedet aër in capacitatem E F.

Nonnulli duplicem efformant machinam, ita ut aqua quæ descendit in capacitatem EF, inversâ machinâ, ex aliâ parte salientem efficiat, sed tunc sex tubis instruenda est machina, quorum tres claudantur, onde ab aliquibus vocatur clepsydra, sed hæc artificum ingenio relinquimus.

PROPOSITIO IX.

Problema.

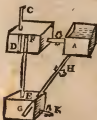
Dimidiam fontis aquam, supra scaturiginem attollere per vim expulsivam.



Sit fons A, sitque propositum eius dimidiam aquam attollere usque ad C. Fiat vas D, undique clausum, quod obversâ clave intermedia impleatur aquâ: sit & aliud vas E clausum plenum aëre, sintque tubi eo modo dispositi, quo figura satis indicat. Clausâ clavi intermedia & apertâ clavi H, descendet aqua per tubum G H, & occupa-

 bis

bit capacitatem vasis G, tum aër per tubum EF, coget aquam ascendere per DC, modò tamen



perpendiculum H G paulò majus sit perpendiculo DC.

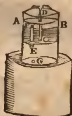
Eadem est demonstratio quæ superioris propositionis. Tota difficultas erit in aperiendis, & claudendis suo tem pore claviculis K, H, &c. Nam cùm vas G fuerit plenum aquâ, & consequenter vas D vacuum, aperiendæ erunt aliæ claviculæ, & claudenda clavicula H, atque ita implebitur vas D, vacuabitur vas G, aëre vasis D per canalem FE descendente, rursusque claudendæ erunt aliæ claviculæ, & aperienda clavicula H. Id facilè præstare possumus ope vasis culminantis, quod plenum, ponderi alicui præponderet; vacuum verò vincatur.

PROPOSITIO X.

Problema.

Salientem alio modo exhibere.

Sit machina primò constans vase AB, undique clauso, & instructo duobus tubis, ut figura satis



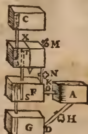
indicat. Sit & aliud vas E, amplum seu latum ad modum campanæ, in quo sit foramen G; imponatur tota machina aquæ, ita ut supernatet. Interea dum innata gravitate subsidet in aqua, aqua per foramen G ingressa aërem expellet; qui per canalem EF ad superiores vasis AB partes delatus, aquam comprimet, & ad salientem efformandam compellet.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Tertiam aquæ partem ad duplam altitudinem evehere expulsione.

Sæpè accidit ut aqua fontis alicujus altiùs evehenda sit, quàm sit ejus casus, & præcipitium. Sit



ergo fons A, sitque propositum aquam evehere ad altitudinem FC; sitque FC dupla ipsius AD. Fiant vasa T, F, G, undique clausa sitque vas T, divisum in duo, diaphragmate VX; sint vasa T, F, G, instructa canalibus, eo modo quo figura ostendit. Clausa clave H, aperiatur clavis K, ita ut vas F impleatur aquâ. Claudatur clavis K, aperiatur H, aqua descendet per H D, expelletque aërem per OI, & hic aquam per ST, ita ut impleatur utraque capacitas vasis T. Debet autem clavicula M esse aperta, & N clausa. Cum aqua vasis F ascenderit tota in T, claudatur clavis M, sicut & H; aperiaturque clavis N. Aqua præcipitabitur per canalem N, expelletque aërem ex vase F, qui ascendet per ST, cogetque aquam in parte T contentam ascendere usque in C. Tum rursus debet laxari clavicula K, ut impleatur totum vas F, atque ita deinceps.

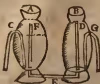
Aperiri autem poterunt claviculæ methodo superiùs traditâ.

PROPOSITIO XII.

Problema.

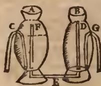
Vasa concordiæ.

Vocamus vasa concordiæ, duo vasa quorum unum erit plenum vino, aliud plenum aquâ, non



tamen fluet vinum quin aliud aqua impleatur. Sint duo vasa A & B, instructa duobus syphonibus

nibus incurvis, quales figura exhibet. Impleatur vino vas A, non quidem usque ad supremum la-



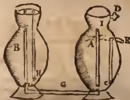
brum, sed paulo infra flexuram syphonis C, consistet vinum nec omninò fluet. Impleatur vas B aquâ, ita ut aqua superet punctum D, aqua feretur per DEF, augebitque vinum, vase A contentum; cujus proinde superficies perveniet ad flexuram C, tunc fluet vinum per syphonem C, & aqua per syphonem G.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Duo vasa quorum unum tantum vini profundet, quantum aquæ in alterum infuderis.

Sint duo vasa A & B, undique clausa instructa canalibus in figura descriptis; per clavi-



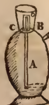
culam D, vas A impleatur vino, non quidem ad summitatem, sed ejus superficies tantum non perveniat ad orificium E. Tum claudatur clavicula D. Dico si per orificium F infundas aquam, tantumdem vini fluet per orificium E. Nam aqua infusa per F, descendet per canalem FH & aërem expellet per BGI; aër autem vino incubans, illud coget ascendere per canalem O E, atque hoc modo tantumdem vini profundetur quantum aquæ infuderis.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Vas construere, quod quamdiu infuderis aquam, illam excipit; si semel desistas, non amplius excipit.

Sit vas A, diaphragmate BC distinctum, & instructum diabete aut syphone inflexo. Si aquam continuè infuderis, hæc tandem perveniet ad flexuram O, ac tandem fluet per diabetem, aut syphonem incurvum; aëre interea per spiraculum B exeunte. Si verò desistas aquam infundere, totus syphon, exceptâ eâ parte quæ aquæ immergitur, aëre replebitur; unde si rursus infundas aquam ab aëre, sistetur in superiori capacitate, neque defluet in inferiorem.



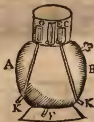
Hic latet eadem difficultas quæ in propositione 7: puto tamen quòd si multa aqua infunderetur, ita ut multum superaret flexuram O; tunc aquam ita compressuram aërem, ut is aquam in imo vase contentam attolleret.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Vas construere è quo vinum fluet per unum canalem, si aquam infundamus cessabit vini fluxus, & aqua per duos canales fluet, quâ cessante rursus fluet vinum.

Sit vas AB, interseptum diaphragmate CD, capacitas autem AB impleatur vino per claviculam D, quæ claudatur. Habeat autem tubulum E, circumvestitum alio tubo perforato prope diaphragma CD. Sint & alii duo diabetes OK. Dum ergo simpliciter aperietur epistomium F, vinum fluet, aëre subingrediente per tubulum E: dum verò infundetur aqua, hæc claudet foramen tubuli E, atque adeo definet fluere vinum per epistomium F; vel metu vacui; ut volunt plerique, vel aëre in epistomium F gravitante. Denique si tanta aqua superfundatur ut superet diabeten OK, fluet aqua per epistomia K, & cum tota fluxerit, rursus aperietur spiraculum tubuli E, & consequenter vinum denuò fluere incipiet, per F.



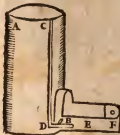
PROPO

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Vas construere in quo quantumlibet haurias, manebit tamen liquor, in eâdem altitudine.

Hæc praxis utilissima est præcipuè in lucernis, ut nempe oleum in eâdem semper maneat altitudine, & modò utor lucerna eo modò concinnatâ. Sit ergo lucerna A B instructa tubo C D E

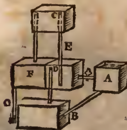


ad summitatem ferè pertinente. Sitque foramen B, quò oleum in receptaculum B F, possit effluere. Dico in receptaculo E F oleum semper in eâdem altitudine permansurum. Cum enim oleum ita absumptum fuerit ab igne, ut tubuli C D E extremitas E aërem attigerit; aër per tubulum EDC, ingreditur, & tunc per foramen B oleum fluet, donec denuò orificium E obturaverit, tunc enim cessabit olei fluxus. Atque hoc modo, etiamsi sit lampas, quæ ad multos menses suppeditare possit, in receptaculo tamen BF, oleum in eâdem altitudine consistet.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Tertiam fontis partem ad altitudinem duplam, utrâque vi expulsivâ, & attractivâ attollere.



Sit fons A, possit autem aqua cadere ex A, in B, tantùm, & sit propositum eam attollere usque in C. Fiant tria vasa undique clausa, nempe B, D, C, instructa syphonibus, ut figura indicat. Sit autem vas D duplex: non appono claviculas, quas artificis ingenio excogitandas relinquo. Sit ergo utraque capacitas vasi D, plena aquâ, sintque vacua vasa C & B: aqua descendens per AB, aërem expellit ex vase B, aër exclusus ex vase B, ascendit in vas D, excluditque aquam, quæ ad æqualem altitudinem ascendit, nempe usque ad E. Pariter aqua decidens per tubum F G, attrahit aërem ex vase C, & aër attrahit aquam, jam in E consistentem, usque ad C. Neque hoc mirum videri debet, observantur enim leges æquilibrii, nempe ut dupla aqua cum media sui parte ascendente per duplam altitudinem, sit in æquilibrio, ut ostendimus in statica.

Notandum autem eandem in hac praxi inveniri difficultatem, quæ in superioribus aliquot, in claudendis, & aperiendis identidem claviculis.

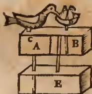
Non potuimus vi expulsivâ solâ aliquid efficere, nisi etiam conjungeremus aliud principium, nempe gravitatem aquæ decidentis.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Fontem in quo avicula totam aquam sorbet vi expulsivâ, & attractivâ, construere.

Sit construenda machina in qua avicula tantùm aquæ sorbeat, quantùm è fonte aliquo profluit. Construatur vas A, B, divisum in duo diaphragmata,



sintque ambæ illius capacitates plenæ aquâ; sit item syphon C D, ductus per pedes, corpus, & rostrum aviculæ, sitque immersus in aquam; sit & aliud vas E, plenum aëre, obturatum tamen. Aqua ex vase A, præcipitabitur in vas E, ejicietque aërem, qui ascendet in vas B, excludetque aquam, eamque attollet in salientem, quæ quidem clarissima sunt, & inspectione figuræ per se patent. Non apposui autem claviculas brevitatis causâ.

Vi rarefactiva condensativa, & elastica.

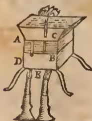
PROPOSITIO XIX.

Problema.

Vi rarefactiva ignis, salientem efformare.

Distinguo vim rarefactivam à vi elasticâ, & vim compressivam à vi condensativâ. Rarefactio enim ex calore oritur, & condensatio à frigore: ita aër calore fervens, rarefit, & ad majus spatium

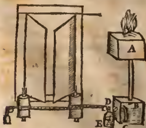
tium extenditur, frigore verò condensatur, minusque spatium occupat. Vis autem compressiva extrinseca esse potest, ita in vas aliquod multò plùs aëris coarctamus, quàm naturaliter in eo posset consistere. Habet autem eam vim aër aut quodcumque aliud corpus compressum, ut cessante vi illâ externâ, se rursus expandat, majorique loco coëxtendatur, etiam nullo calore interveniente.



Ita igitur fontem construemus. Sit vas A B, undique clausum, in duas cavitates divisum; sitque pars superior A C, plena aquâ, pars verò D B, plena aëre: sint item duo tubi, quales figura satis ostendit. Dico si vasi DB, ita subjiciatur fax accensa, aut prunæ, calefiet aër DB; & quia aër calefactus se extendit, & majus spatium occupat, ascendet in vas superius, ibique aquam premet ad ascensum, & salientem coget. Quod faciendum erat.

Non est autem necessarium ut vas D B, aquæ subjiciatur; tam enim, ut in hoc exemplo usurpavimus, facilè aquam aër rarefactus attolleret etiamsi superiorem locum occuparet. Ita antiqui statuas efformabant quæ dum ignis ad sacrificia accenderetur; vino, oleo, lacte aut alio quocumque liquore aram aspergebant. Sit enim ara ærea, intus vacua, & undique clausa, cui subjiciatur basis distincta in plura intervalla; pro numero statuarum; & à fundo tot deducantur tubi per corpora, & brachia statuarum. Sint item duo canales ab ara ad singulas basis cavitates, pertinentes; eùm primùm accenderur ignis, & ara calefiet; calefiet item aër arâ contentus, qui ampliorem locum quærens, per syphones liquores impellet.

Eodem principio nitebantur alia quæ pro miraculis ab imperitâ plebe habebantur, nempe ut portæ, accenso igne aperirentur, aut Deorum sta-



tuæ in orbem circumagerentur, & propter sacrificia tripudiare viderentur. Nam si fiat ara A, undique clausa, quæ habeat canalem AB, pertinen-

tem ad vas B, etiam undique clausum, & plenum aquâ, instructum tubo CD. Sit item vas E suspensum è fune circumligato circa portarum cardines, cui respondeat pondus, gravius vase E vacuo; sed minus grave quàm idem vas E plenum aquâ. Accensu igne in ara A, aër rarefiet, & delatus per tubum AB, aquam expellet, hæc per syphonem CD fluet in vasculum E, unde præponderabit ponderi, & portas aperiet.

Potest item sine ullâ aquâ, aër ex arâ calefactâ procedens incurrere in rotas, easque circumagere. Ita machinam construimus, quæ fumo circumagatur, & vere circumagat: immò solo candelæ fumo idem præstamus. Multò magis si deorum statuæ in rotula chartacea, & levissima statuantur, poterunt ab aëre, ob rarefactionem, ex arâ calefactâ prodeunte, circumduci & in choreas moveri.

Vis autem rarefactiva, tanta nonnullis corporibus inest, ut mirabiles effectus producat: ita pulvis noster nitratus, igne concepto maximas edit strages.

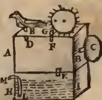
Ita si fiant vitreæ sphærulæ, nucis avellanæ magnitudinem adæquantes, quibus includatur aut acetum, aut aqua, sale nitrato bene satura, saltem ad medietatem, illæque rursus ad lampadem hermeticè claudantur, illæ prunis mediocriter accensis impositæ, ubi calorem conceperint maximo fragore in mille minutissimas partes dissilient.

PROPOSITIO XX.

Problema.

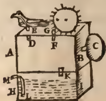
Memnonis statua, aut avicula.

De Memnonis statua referunt antiqui scriptores Plinius, Philostratus, & alii quamplurimi; eam licèt marmoream, ita tamen compositam fuisse, ut oriente sole, sonum quasi cytharæ ederet. Memnoniæ item aviculæ, seu Memnonis sepulchro insculptæ, concentum aliquem producebant. Tentabimus igitur, an aliquo artificio pneumatico idem præstare possimus. Non video quid sol præstare possit, neque quomodo motum aliquem in re inanimatâ possit efficere. Duos enim præcipuos effectus producit, lumen, & calorem. Lumen oculum quidem immutare potest; motum autem localem, qui ad sonum edendum necessarius videtur, nullo modo potest producere; calor vix sine rarefactione motum producet. Quærenda primò est materia, quæ solis radiis exposita calorem concipiat, unde ut calorem augeamus aliquod ex dioptrica, aut catoptrica subsidium accersere possumus.



Sit ergo vas A B undique clausum, & soli expositum,

positum, & ut solis actio juvetur, inserantur phialæ vitreæ, qualis est phiala C, cujus collum foramini inseratur & bene afferruminetur. Instruatur quam plorimis hujusmodi phialis, vasis facies, quæ solem orientem respicit; vitrum enim



faris facile incalescit: sicut & aër vitro inclusus. Ut autem juvetur actio solis, disponantur specula aut cava, aut etiam plana, quæ solis radios in phialas reflectant; sic enim actio solis augebitur; aër vase & phialis inclusus, ubi calorem senserit, rarefiet, majoremque locum quærens feretur per tubum D E, usque ad rostrum aviom, in quo aptabuntur fistulæ. Unde necessariò sonus edetur, si sonum cytharæ requiras, fit alios tubus F G, per quem ventus feratur, & in rotulam exactè libratam impingat, hæc facilè cytharæ chordas impellet. Artificium non appono, est enim cuilibet obvium.

Si præterea aquæ gravitate uti volueris; Sub vase AB sit aliud HI, undiqoe etiam clausum, & aquâ plenum; dum aër tam phialâ C, quam vase A B contentus, radiis solaribus calefactus, rarefiet, & majorem locum affectabit; per tubum K, in aquam aget, eamque per tubum LM ad ascensum coget. Quare si situlâ excipiatur, hæc gravior reddita, totam movere poterit; & motu rotæ quemcumque volueris sonum, & motum producere poteris.

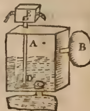
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Fons perpetuus, per rarefactionem, immò & motus perpetuus.

Hactenus decantatum illud motûs perpetui problema insolubile permansit, & quamdiu unico tantùm gravitatis, aut elateriorum principio innitemur, non solvetur. Si tamen aliquem effectum, perenni cœlorum motui connectamus, facile voti compotes erimus: cum motus perpetuos & indefectibiles, in ipsâ naturâ, deprehendamos. Ita fontes habemus naturales duobus principiis innixos, nempe calore, ex quo rarefactio & levitas, aquam sopta aërem evehens; exinde remittente paulisper calore, innata aquæ gravitas, quâ vel in terram decidit, vel in supremis cauribus adhætens, præcipitatur ex montibus, & in mare procurrit. Simile quid tentabimus.

Fiat vas A, ex materiâ solidâ undique clausum, si hæc materia facilè calefieri non potest, aptentur illi vasi quamplurimæ phialæ satis amplæ, qualem in B efformavimus. Sit in fundo vasis assarium, quod introrsum aperiri possit, atque adeò aquæ infra vas stagnanti, aditum præbeat; exitum verò deneget: hoc vas instruatur canali DE, in cujus



superiori parte nempe E sit aliud assarium, extrorsum vergens, hoc est quod exitum aquæ concedat, aëri autem aditum intercludat. Hæc machina soli exposita, ita suum habebit effectum. Sit pars aliqua vasis plena aquâ; ubi aër phialis inclusus incaluerit, rarefiet, majoremque quærens locum, aquam impellet; moliusque claudet assarium C: aqua impulsa per canalem DE feretur, aperietque assarium E & inde defluet. Cum verò nocturno frigore aër condensabitur, & se adminorem locum coarctabit: tunc ut volunt nonnulli aquam ad se trahet, & assarium C elevando aquam stagnantem exsuget, vel aër vase A, & phialis B inclusus, frigefactus nocturno frigore, non tam trifter condensationi, ac antea; atque adeo aër externus gravitabit in aquam stagnantem, eamque attollet & immittet in vas A B.

Quamvis autem præcipua mutatio aëris fiat matutinis horis, cum primum radii solares machinam attigerint; si tamen receptaculum E fuerit satis amplum, & capax excipiendæ aquæ, quæ per totum diem fluat, habebimus fontem perpetuum. Fiat igitur vas AD capacissimum, sicut & receptaculum E, si nempe desideramus fluxum aquæ perennem.

Ex hoc principio multa alia deducemus: si quis enim horologium desiderat, aqua ex receptaculo E decidens in rotas, horologium animabit, sive simplex, sive horologium magneticum.

Immò si horologium desideramus perpetuo mobile, aqua ex receptaculo cadat in situlam, hæc gravior facta horologium movebit, vicesque pondertum habebit; donec incurrat in planum aliquod inclinatum, tunc enim effundetur aqua, & sitola levior reddita, ab opposito pondere in suum locum restitui poterit. Cujus rei figuram non appono, neqoe enim difficile est ab uno motu ad alium progredi: sufficiat innuisse principium ex quo infinita corollaria deducere possumus.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Thermometrum multiplex.

Thermometrum vocamus instrumentum, quo augmenta caloris, & frigoris dignoscere possumus: in quo nempe vel quinam dies aliis calidiores, quænam horæ, aut loca nullo negotio animadvertere possumus. Hujusmodi instrumenta in staticæ descripsimus.

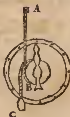
PROPO

PROPOSITIO XXIII.

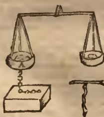
Problema.

Hydrometrum multiplex.

Sicut priori machina calorem, & frigus dignoscimus; ita sequentibus sicci, & humidi mu-



tationes, & gradus metiemur. Sit ergo cannabinus funis satis longus, qui per aliquas horas aquæ salsæ immergatur, extendatur deinde, circumvolvaturque cylindro B, adjiciaturque pondus modicum C; cylindrus autem instruatur indice. Dico fore ut humido aëre, funis fiat brevior, & consequenter cylindrum, & indicem circumvolvat. Id pariter præstare poteris folio chartæ semel aquâ salsâ madefactæ: hoc enim habet salsedo, ut humorem in aëre existentem attrahat. Unde quæcumque aquâ salsâ semel maduerunt, nunquam ita perfectè exsiccantur, ut cœlo, vel tantisper pluvio, iterum humiditatem non contrahant. Alio modo idem præstabis. Spongiam A,



aquâ salsâ semel imprægna; etiamsi exsiccetur, tempore pluvio fiet gravior; unde si in bilance appendatur, & ex alia parte pondus ferè æquale, item lanei filum globis instructum annectas; quò erit humidior aër, eò magis descendet spongia A; paucioresque globi subjectæ mensæ insidebunt.

Arista item avenæ, utpote in helicis modum contorta, ad minimum humoris attactum variè detorquetur. Unde si illi levissimum indicem apponas, cui circulum in gradus divisum subjicias, vel minimam indicabit aëris mutationem. Sed ista non sunt propriè hujus loci.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Æolipile.

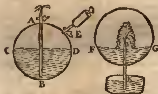
Fiat ex materiâ solida, ut ære, ferro, globus in cujus extremitate sit collum breve, & foramen exiguum; impleatur dimidia parte aquâ, & prunis subjiciatur, ita ut vehementer incalescat, aqua in ventum mutabitur, ita ut ventus satis validus, nonnunquam per horam integram sentiatur. Si collum fuerit flexuosum, spiritus egrediens, ita illiderur, ut maximum sonum edat; si foramini fistulam, aut quodcumque aliud instrumentum aptaveris, sonum fistulæ audies. Est tamen difficultas in immittenda aqua, quare ad latera nonnulli claviculam, & infundibulum addunt: sed per foramen immitti potest multùm aquæ. Si enim calefiat valide totus globus, & in aquam frigidam ita immitatur ut foramen immergatur, aër frigefactus, dum se ad pristinum locum occupandum coarctabit multam aquam attrahet.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Fonticulus per compressionem aëris.

Sit sphæra quæcumque AB, quæ mediâ parte impleatur aquâ, per claviculam E immittatur



syrinx, tum sæpiùs aër violenter immittatur, vel aqua, parum interest, obversâ singulis vicibus claviculâ E. Quod alio etiam modo fieri posset, si nempe anthlia Sphæræ AB, assario instructæ aptaretur; faciliùs enim aër, & aqua intra Sphæram violenter immitteretur. Postquam sufficienter aquæ, & aëris immiseris, si clausâ claviculâ E, aperueris claviculam A, aër majorem quærens locum, aquam expellet, & salientem efficiet. Hic autem fonticulus, vix per quadrantem integrum, aquam ejiciet: debetque tantùm adhiberi in ludicris aliquibus, ut in convivils, aut theatris. Ut si quis Naiadem repræsentare vellet, eius capiti corona imponi posset, quæ laxato epistomio, aquam in altum ejiceret. Pariter si quis Neptunum exhiberet, posset tridentem vacuum, & aqua, & aëre compresso implere: ita in aliis molcis exemplis hujusmodi principio utendum est.

Non est necesse duabus claviculis machinam instruere, posset enim syrinx immitti per canalem E. Immo sine syringe, si quis violenter per canalem A insufflet, spiritumque identidem vio-

lenter immittat, apposito singulis vicibus digito, si nulla sit clavicula, eundem effectum habebimus. Sic vidi ampullas vitreas quibus insertus fuerat syphunculus, resinâ & pice afferruminatus, in quas ore tantùm spiritus immittebatur, qui majorem affectans locum, salientem efficiebat.

Si addas ad latera aviculas, fistulis instructas, eo modo quo figura ostendit, clausis aliis claviculis, si aperiatur clavicula E, cantum avium habebis: potest autem ampullæ A B substitui vas aliquod capacissimum, ut diutius perduret saliens. Ne tamen adhibeatur materia lignea, vix enim ita exactè claudi potest, ut nullum aditum aëri externo præbeat, aut exitum aëri violenter intruso deneget.

Non adhibui figuram anthliæ, quâ dixi facilè machinam onerari posse; quia anthlias inferiùs accuratè describam. Non apposui etiam demonstrationem ullam, nam in hac materiâ, vix alia adhiberi potest, quàm prolatio ipsius principii physici; & machinæ constructio.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Navicula seipsâ mobilis.

Ut navim aquis innatantem, & seipsâ mobilem exhibeamus; construatur navicula ex laminis ferreis, vacua, & capax excipiendi aëris, suis instructa velis. In illius cavitatem aër violenter immittatur vel anthliâ vel syringe, ut supra docuimus. Sit autem tubulus ita incurvus, ut in vela tectâ spiritum dirigat; laxetur epistomium, magno impetu compressus aër erumpet, & in carbasa impingens naviculam movebit. Quod si nolis omninò naviculam tectâ ferri, velisque eam in orbem moveri; clavum ad latus detortum alliga, navicula dum movebitur, circulum describet.

Invenio tamen difficultatem in hac machinâ, nempe ut ventus inclusus ipsam machinam, & seipsum, hoc est principium motûs, moveat. Ratio difficultatis petetur ab aliâ machinâ, quam jam supra attigimus in mechanicis. Potest rota papyracea ita construi, ut subjectâ candelâ accensâ, ab erumpente fumô moveatur. Illius figuram non appono, artificium consistit in rota horizontali fumum excipiente, quæ pinnis & quasi alis, in eamdem partem obliquè detortis constat; certum est autem si candela quæ in hoc casu, se habet per modum principii motûs, machinæ ita annectatur, ut motâ machinâ moveatur etiam ipsa candela, nullus sequetur motus. Pariter in hac machinâ eventurum existimo. Quamvis enim si daretur vas immobile, plenum aëre condensato, laxato epistomio aër in vela cymbæ alicujus separatæ incurrens eam movere possit; nego tamen si vasi ipsi annectetentur vela fieri posse, ut à vento ex ipsius capacitate erumpente moveri possit. Sicut quamvis homo extra naviculam positus, eam trahere aut impellere possit, si tamen intra naviculam consistat, impossibile erit, ut eam vel tantillulum commoveat, nisi in aliquid extrinsecum connitatur. Ita etiam dicendum est, quamvis aër erumpens in vela impetum faciat, videtur tantumdem conniti in contrarias partes.

Ex quo possent solvi nonnullæ difficultates, quæ moventur circa terræ immobilitatem, nempe cur venti terram non commoveant. Qui tamen in hac materia benè ratiocinari voluerit, experimentum faciat.

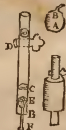
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Sclopetum pneumaticum construere.

Sclopetorum, & tormentorum bellicorum communium vires, à rarefactione petuntur; implentur enim materiâ, quæ facilè & ignem concipere, & dilatari per rarefactionem possit. Hic propriè rarefactione non utimur, sed virtute, quam vocant elasticam: vi cujus compressus aër, & in angustias redactus, ubi exitum invenerit, se extendit.

Fiat ergo ex materiâ solidâ, ut cupro, aut ferro tubus in tres cavitates divisus, ope duorum septorum C & D, perforatorum tamen. Septo C imponatur platismation, seu assarium, sed fidelissimum, quod introrsum aperiri possit. Septum autem D instruatur clavicula perforatâ, & fidelissimâ, quæ obversa omnem aëri exitum deneget. Fiat & piulcus E F, cylindrico corio constans, & perforato, cui introrsum apponatur platismation seu assarium. Ita autem introducitur aër in cavitatem CD: piulcus E, oleo inunctus, ut meliùs cavitati quadret, omnemque excludat aërem, agitetur quàm potest citissimè, is impellet aërem contra assarium C, & in cavitatem C D introducet. Dùm autem retrahetur piulcus, assarium C claudetur, utpote, attractus à piulco, aut expulsus ab aëre jam condensato, & assarium E aperietur ab aëre externo, atque adeò reciproco motu condensabitur aër intra cavitatem CD. Tunc si imponatur globus plumbeus O, & obvertatur clavicula D, dabitur exitus aëri, qui magna vi globum ejiciet; si clavicula D citò obvolvatur, & rursus claudatur, poterit quinquies, aut sexies globos ejaculari.



Nonnulli volunt cavitatem paulò majorem, unde duos canales minores, alteri majori inserunt, & bene afferruminant.

Posset item aliud sclopetum hydraulicum excogitari, si nempe aqua eo inclusa, vehementer calefieret, tunc enim in spiritum, & vaporem mutata, impetum conciperet.

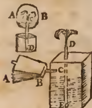
PROPO

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Alii fontes per compressionem aëris aut aquæ.

Alios multos modos comprimendi aëris, aut aquæ, excogitare possumus, quibus artificiales



fonticulos construemus. Sint enim folles pleni aëre, sit canalis BC pertinens ad summitatem vasis alicujus aqua pleni, & alio canali DE instructi, si follibus apponatur pondus, aër à follibus compressis extrusus, fonticulum efformabit.

Nonnulli follibus ipsis aquam includunt, quia tamen id difficilius videtur, eò quòd aqua corium madefaciat, & ut plurimum corrumpat, ideo facilius est aërem tantum follibus includere.

Hoc artificio nonnulli sedilia ita adornant, ut si quis in ipsis sedeat, ondique aqua exiliat: idem præstare possumus in aliqua parte pavimenti.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Fonticulus per aëris dilatationem.

Sit sphæra vitrea AB, canaliculo C D instructa, ori admove orificium D, & quantùm potes aërem exuge, ita ut in singulas respirationes, digito obtures orificium D; dico si multum aëris exsugas, & tubuli CD orificium D aquæ immergas, ascendet aqua, & salientem intra sphæram efficiet. Cum enim aër dilatatus sit, & se reducat ad statum connaturalem; aquam, ut volunt aliqui metu vacui attrahet, vel ut alii asserunt, cum aër post exsuctionem, sit magis dilatatus, quam ut possit resistere compressioni, quam patitur à gravitate externi aëris, aër externus in aquam vasis subjecti gravitabit, eamque violenter in sphæram AB impellet. Posset syringe aut anthliâ exsugi aër intra sphæram AB contentus.

Simili artificio, poterit fieri avicula, quæ oblatam aquam bibat, & alia multa in hunc modum.

DESCENSUS AQUÆ.

Hoc principium est universalissimum, & notum omnibus; de quo in superiori tractatu multa diximus. Sicut autem fons cujus scaturigo est in editissimo monte, ita potest descendere, ut resiliens salientem exhibeat, ita etiam si vas aqua plenum in superiori domus contignatione statuamus, poterimus eam per occultos canales deducere, & salientem efficere. Qui modus facilis est, & simplex, utilissimus tamen, & sæpe adhibendus, potiùs quàm alij reconditiores.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Clepsidram construere.

Fiant duo vasa ampla quantùm satis, ad subministrandam aquam per horam integram, aut per semihoram, ut libuerit, sint autem separata ab invicem, fiatque vasa A & B, protendatur à va-



se A ad vas B canalis recurvus ACD, pariter à vase B ad vas A canalis BFE. Utrumque vas habeat circa C labrum, & foramina G & H, tubis instructa, ut aqua in vasis cavitatem possit descendere. Impletur autem alterutrum aquâ, per foramen G vel H, si quod plenum est statuatur in loco superiori; verbi gratiâ vas A sit plenum; aqua propriâ gravitate, per tubum ACD descendet, efficietque salientem, & per foramen G, vas B subibit; ubi verò tota fluxerit, invertetur clepsidra, & rursus aqua per tubum BEF delapsa, in opposito vase salientem efficiet.

PROPOSITIO XXXI.

Problema.

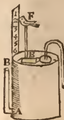
Varia clepsidræ, & horologia hydraulica.

Antiquorum clepsydræ erant ut plurimum vasa lapidea, inferiori parte perforata, quæ certæ mensuræ aquam excipiebant. Dum ergo aqua per foramen non adeo magnum fluebat, certum etiam tempus elabebatur. Unde defensori dupla aqua tribuebatur, id est duplum tempus. Dicebantur hujusmodi vasa clepsidræ, quia aquam suffurabantur: quare cum in clepsydris aqua decresceat continuò, si in clepsydræ lateribus, fiant notæ singulis horis respondentes, habebimus horologium satis parabile, & facile. Unum tamen moneo, ne scilicet vasa sint parva, & foramen exiguum, alioquin cum aqua quantumvis defæcata, sordes aliquas secum deferat, maxima erit in horis notandis irregularitas. Notandum etiam velim in clepsydris communibus fluxum aquæ non esse æqua-

 lem,

lem, sed initio plus aquæ effluere, quam in fine. Dedimus autem in tractatu superiori proportionem, quam aquæ decrementa inter se observarent.

Ad æqualitatem tamen revocabuntur, si aquæ supernatet lignum, cui siphunculus inseratur, ita ut descendente ligno, descendat simul, & syphunculus, & æqualiter semper aquæ immergatur.

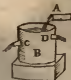


Constituto semel hoc motu decrementi aquæ in clepsydra, & ad æquabilitatem adducto, facilè erit varia comminisci horologiorum genera. Primò si vasi tubus vitreus AB addatur, cum in tubo AB aqua decrescat eodem prorsus modo quo in vase; si ejus altitudo distinguatur notis aliquibus, horas in tubo vitreo indicatas videbimus, per descensum aquæ. E contra si alio vase excipiatur aqua, contrario motu, & serie horas aqua indicabit, nempe per ascensum. Si aquæ lignum imponatur, quod supernatet, cui imponatur statua; descendente aquâ descendet statua, & in adverso pariete, horas indicabit.

Huic ligno si funem annectas obvolutum circa trochleam, cujus axi inseratur index horarius, modò tamen trochleæ circumferentia æqualis sit, decremento aquæ duodecim horarum, index horas indicabit in circulo verticali. Addunt nonnulli Magnetem trochleæ, qui successivè respondeat characteribus singularum horarum, tum lacertula chartacea, acu Magneticâ instructa reptabit in circulo horas præferente, & horam indicabit.

Pariter si loco ponderis, magnes ipse suspendatur, sensim attolletur. Unde si magnes intra canalem abscondatur; lacertula chartacea acu Magneticâ instructâ reptabit secundùm exteriorem canalis superficiem, & horas indicabit. Alia sexcenta excogitari possunt, eodem tamen nixa principio, nempe aquæ defluentis.

Quia fluxus aquæ vix regularis esse potest, nonnulli arena utuntur adjecto semper ligno, quod arenæ incumbat, & ipsâ descendente subsidat.



Possumus alio modo fluxum aquæ regulatem efficere. Sit enim fons perpetuus A, sive regulariter, sive irregulariter aquam profundens; excipiatur aqua vase B, in duobus locis perforato in C & D; foramen C sit in parte inferiori vasis, sitque minus, ita ut per illud tota aqua quæ tubo A suppediatur, fluere non possit. Secundùm sit D superius, ita magnum, ut reliqua aqua per illud dilabatur: dico per foramen C, eamdem semper aquam fluere, quia eadem in vase B, semper est aquæ altitudo. Dato autem aquæ fluxu æquabili motus æquabiles ad horologia automata faciles habebimus. Fiat vas F culminans; vocamus



autem vas culminans, illud quod plenum aqua, invertitur, eò quòd suspensum sit infra medium; vacuum autem consistit horizontaliter, & aquam excipit. Sit tale vas F, annexum regulæ AB, quæ volvi possit circa punctum A. Sit autem in C, adhuc plicabilis eadem regula, ita ut pars CD, immotâ regulâ CB, attolli possit, deprimi autem non possit, quin tota regula moveatur. Hoc vocant artifices nostri pedem capræ: atque ita dum regulæ AB extremum B deprimetur, extremum D attolletur, & impellet rotulæ G denticulum unum; dum verò extremū B attolletur, extremum D non poterit impellere denticulum, quia regula est plicabilis in C. Debet item addi pondus D, quo levius sit vase F pleno; sed gravius vacuo. Ponamus impendi minutum unum, ut impleatur vas F, singulis minutis impelletur unus denticulus: si ergo in rota sint denticuli 60, habebimus motum horarium, nempe unam circumvolutionem rotæ G, intra horam. Debet item esse retinaculum H, permittens quidem ut rota denticulo uno promoveatur, impediens tamen ne regrediatur. Idem habere poteris si vas F haberet syphonem inversum, aut instrueretur sypho diabete supra descripto.

In horologiis communibus automatis fiunt elateria, quæ motui in unam partem resistunt, alteri obsequuntur, ita dum pondera attolluntur, rotæ immobiles perseverant; licèt cylindrus cui annexum est pondus, moveatur. E contra moveri non potest cylindrus à pondere in aliam partem quin secum rotas horologii deferat. Qui hujusmodi elateria non concipit, horologium aliquod automaton inspiciat, hujusmodi elateriis, & vase culminante horologium perficiemus. Nam singulis vicibus quibus vas culminans implebitur, pondus oppositum attollet, quantùm necessitium est ut promoveatur horologium uno minuto, vel duobus, potest enim hoc determinari.

Vasa culminantia apposite adhiberi possunt ad alios motus hydraulicos perficiendos, ut ad cantus avium, motus statuarum, præcipuè verò quoties continuus motus non exigitur, sed tantùm alternus, ut dicemus infra.

PROP

PROPOSITIO XXXII.

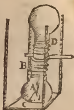
Problema.

De arenariis.

Quamvis horologia arenaria non videantur hujus loci, quia tamen & clepsydræ dicuntur, & à clepsydris originem duxerunt; pro quibus etiam substituuntur, ideò hâc propositione aliquid de illis mihi dicendum esse existimavi. Arena hoc habet præ aqua, quod per idem foramen, per quod ipsa descendit, aër succedere possit, & ejus locum implere. Hîc methodum aut conficiendæ arenæ, aut defœcandæ, & percolandæ, tradere non est animus; hoc enim ad artifices spectat. Monitum tantum unicum apponam; quod præcipuum est in hac materiâ, & cujus defectu, non pauci multum temporis in conemnandis arenariis, sine successu impendunt. Præcipuum igitur punctum est, ut nodus, quo ampullæ committuntur, & conjunguntur inter se, ita bene afferruminetur, ut omnem aëri exteriori aditum præcludat. Secundùm est ut parùm admodum aëris intra ampullas includatur: nempe sint calidæ ampullæ, dum clauduntur. Quia tunc parum aëris, ut pote calidi, & rarefacti, iis continebitur: quando enim constipatus aër includitur, fluxum arenæ sistit, ita ut arenaria alioquin optima, hoc solo vitio inutilia reddantur.

Quæri potest an arenaria sint mutationibus aëris obnoxia, ita ut plus temporis arenæ fluxus impendat pluvio cœlo, quàm sereno. Sunt qui asserant, modò benè committantur ampullæ, & nodus omnem aëri externo aditum præcludat, nullam ab externo frigore aut calore inæqualitatem invehi posse. Quamvis enim ampullæ calefiant, aut frigefiant, non tamen aër condensari, aut rarefieri potest. Non quidem rarefieri, quia locum majorem occupare non potest: cum coarctetur ampullis; non condensari, quia ut volunt condensatio aëris est ab externo aëre gravitante. Res certè digna experientiis, præcipuè verò in majoribus clepsydris, ut si quis clepsydram 24 horarum, aut 12 perficeret, quam per integrum mensem, ita suo tempore inverteret, ut nunquam eam cessare permitteret. Si enim justa haberi possit temporis mensura tamdiu quæsita longitudo habebitur, ut adhuc docebimus sequenti tractatu.

Quia autem in machinis versamur, tradendus est modus clepsydram, seu arenarium ita perficiendi, ut seipso postquam tota ferè arena fluxerit, invertatur, immò, & in circulo notatas horas indicet. Habui aliquando tale, cujus artificium breviter perstringam. Suspendebatur horologium in cardine, seu axe versatili, & horizontaliter disposito, qui utramque ampullam per nodum amplectebatur, vel potiùs utraque ampulla ipsi cardini annectebatur corio delicato, & plicabili, eo modo, quem figura exhibet. Ampulla autem inferior asserculo innitebatur, suspenso quatuor angulis. E statera, & in alio stateræ extremo respondebat pondus paulò levius arenâ, quæ intra horam ex ampulla superiori in inferiorem defluebat. Ex quo fiebat ut ampulla inferior, jam gravior facta, stateræ brachium deprimeret. Additum autem erat axi pondus, horologium invertens ubi stateræ brachium, quod impediebat machinæ rotationem depressum fuerat. Nolui autem totius machinæ figuram apponere, cujus



artificium præcipuum in eo positum est quod ampulla inferior A fiebat ponderosior, deprimebatque asserculum C, suspensum è quatuor extremis è stateræ brachio. Et in pondere quod ex axe dependebat, & depresso stateræ brachio horologium evertebat. Aliæ nonnullæ partes addendæ fuerant, & aliqua notanda ad occurrendum nonnullis difficultatibus, quale est istud, ampullæ intra tubum ferreum carentem fundo inclusæ erant: ut suum situm semper constantem observarent.

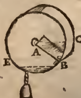
Quamvis autem tale horologium perfecerim, quod singulis semihoris invertebatur, secumque deferebat rotam intra 12 horas, semel volubilem cum indice, & per aliquot dies satis constanter horologio automato responderit, quia tamen pelliculæ plicatiles B & D, vix ita fideles esse possunt, ut externus aër non admittatur, vix unquam perveniet horologium ad regularitatem exactam, qualem in horologiis nostris automatis habemus.

PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

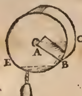
De tympano semel intra horam volubili.

Describit Pater Bettinus in suo ærario, horologium aqueum, satis ingeniosum, quod prætermittere nefas duxi.



Sit igitur tympanum, ex materiâ, quæ aquam continere possit, ut ex laminis stanneis, aut plumbeis. Ex ferro ut vocant albo vix fieri debet, quia hæc materia rubiginem contrahit. Hoc tympanum ex una parte habet diaphragma AB, perforatum unico foramine. Statuatur autem in axe volubili tota machina, ita ut

ut circulus qui tympani basis est, sit verticalis, axi autem appendantur pondus; tertia, aut



quarta pars tympani sit plena aquâ, qualis est ABC, pondus autem non possit tympanum eum aquâ attollere, resistente scilicet aquæ pondere. Aqua igitur per foramen in septo, seu diaphragmate AB factum, defluet in BE, & cum magna ejus pars defluxerit, à pondere ita invertetur machina, ut septum ascendat ex B in C, rursusque occurrat aquæ ad partes E, eamque elevet sicut priùs in C, & ita secundò fluet, & tertiò. Quare si tanta copia aquæ sit in tympano, & pondus D tale sit, ut aqua ipsi respondens, unâ horâ fluat antequam superetur à pondere D, singulis horis semel rotabitur, seu culminabit tympanum. Quod faciendum erat.

Ut autem novâ methodo sine ullis rotis horas indicet hoc artificium quod in multis



aliis horologiis adhiberi vidi, uni ex circulis, seu basibus tympani annectatur firmiter endecagonum. Circa quem statuatur catena, seu series duodecim asserculorum connexorum inter se, habeantque illi asserculi characterem horarum. Et quia sunt duodecim illi asserculi, & latera in polygono sunt tantum undecim, inferiores asserculi dependebunt, nec insistent lateribus polygoni. Cogitetur autem circumvolvi tota machina secundùm seriem 1. 2. 3. singulis circumvolutionibus asserculi mutabunt sedes, & provehentur uno punctο. Quare si ante hujusmodi asserculorum seriem, seu catenam, ponatur alius circulus totum artificium tegens, in quo sit foramen respondens lateri determinato polygoni; verbi gratiâ puncto A, spectabitur per foramen modò asserculus præferens characterem 1, & post sequentem circumvolutionem asserculus insignitus charactere 2, & ita deinceps, quare asserculorum notæ, per foramen apparentes horas indicabunt.

Faciliùs solo tympano horas habebimus. Si enim tympanum duodecim diaphragmatibus perforatis dividatur, & foramen uniuscujusque diaphragmatis tale sit ut aqua, unam horam impendat ut per illud fluat; habebimus rotam intra 12 horas unam circumvolutionem peragentem. Idem arena facilius, & certius peraget, si in orbem duodecim ampullæ utrinque perforatæ disponantur.

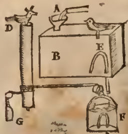
Aliæ multæ horologiorum species inveniri possunt, per aquæ fluxum, quia tamen aqua multùm sæpe incrassatur, ideo æquabilitatem præstare non potest.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Aquâ ventum producere.

In multis instrumentis musicis, vento & spiritu indigemus, talia sunt organum pythaulicum, fistulæ omnis generis, tubæ. Quare necessarium existimavi, modum docere, quo aquæ fluxus ventum, & spiritum excitare possit. Et primò quidem si intra vas quoddam aër comprimatur, certum est quod aliquandiu per apertum epistomium magno impetu feretur aër. Idem dico de æolipila; sed de illis jam diximus suo loco.



Primus modus erit si aqua impleat aliquod vas, aër per foramen exibit, fistulasque animabit. Quare si per infundibulum A, impleatur vas B, sitque foramen, quod ad fistulas aliquas pertingat, excludetur aër, spirabitque ventus. Est tamen difficultas, nempe in evacuando vase B, quod præstare possumus vel syphone inverso, vel diabete. Ita nonnulli machinam componunt, in qua aviculæ ad conspectum noctuæ obstrepunt, & canunt, noctuâ autem recedente, silent. Ut si sint aviculæ, noctua D, interea dum per infundibulum A, repletur vas BE, aër egrediens aviculas animat ad cantum, cum verò aqua pervenerit ad syphonis flexuram F, cessant aviculæ, & aqua per syphonem E descidens implebit vas subjectum, quod tunc superabit pondus ipsi oppositum G, & columnam volvet cui noctua innititur, eamque avertet, & ita deinceps. Poterimus autem efficere, ut eadem aqua successivè ab una basi in aliam descendens idem præstet; unde ferè continuus audietur avicularum cantus.

Quia

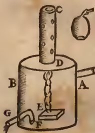
Quia tamen id incommodi videtur habere iste modus, quod initio majore vi præcipitetur aqua,



& consequenter ventus majore feratur impetu; ut fit æquabilis ventus, circa infundibuli pedem, alium tubum circumponunt, ut figura indicat; sed neque hoc modo vitant omninò incommodum illud.

Tertius modus quem usurpari vidi in pluribus locis, non quidem pro instrumentis musicis, sed pro rebus magis utilibus, ut in fornacibus, in quibus ventus tanto impetu ferebatur, ut pileum in aëre sustentaret.

Adhibeatur igitur vas ligneum, ut dolium satis benè clausum, non tamen ita longum, seu altum; sitque AB, in quod aqua influat perpendi-



cularitet per tubum CD, identidem parvis foraminibus apertum, ut aqua secum aërem attrahat. In fundo illius vasis sit tabula E impolita, & ex ferro crassiori compacta, & angulosa prout libuerit. In una extremitate sit syphon incurvus FG; cujus flexura sit inferior superficie tabulæ E: in puncto A inseritur tubus A deferens aërem ad fornacem. Usus autem talis est. Dum præcipitabitur aqua per tubum CD in tabulam E, secum defert aërem, & ita eum agitat, ut cum egredi non possit per syphonem FG, utpote ab aquâ occupatum, defertur per tubum A ad fornacem.

In majoribus fornacibus quæ ad liquandum, aut in varias formas effingendum ferrum multo aëre indigent, nulli amplius adhibentur folles sed trompæ ut vocant, quæ eundem & sæpe majorem præstant ventum: modò satis copiosa fit aqua. Facilè autem parabile est instrumentum cujus expensæ vix tres nummos argenteos superant, cum tamen folles eundem ventum præstantes, vix 100 nummis perfici possent, præter rotas, ad eorum agitationem necessarias.

Dubitabunt multi an spiritus ab hac machina suppeditatus satis siccus esse possit; præcipuè verò ad liquanda metalla, quibus sæpe humiditas nocet & liquationem impedit. Experientia tamen docuit valdè utilem esse, unde in omnibus fornacibus, exceptis forsitan iis, quæ ad fingendum chalibem deputantur, adhiberi potest hoc instrumentum. Propter quam rationem vix consentiunt nonnulli ut organum pythaulicum hâc machinâ animetur. Cum enim basis organi pythaulici pellibus inter se agglutinatis aptata sit, si ventus, vel tantisper humidus afflaverit, omnia dissolventur. Unde ut hæc humiditas detergatur, seu omnis humor subsidat, nonnulli cribra adhibent. Periculum tamen est ne per tot foramina illisus aër, multùm de suis viribus remittat. Ego satiùs docerem, ut identidem interrumperetur tubus aërem deferens, insereretur que alicui cistæ undique clausæ, sic enim subsideret humor in hujusmodi cistas. Alii vellent tubum deferentem in spiras involvere, sed flexuosum iter multum de venti impetu adimet.

4. Modus erit si intra aquam demittatur vas AB, aër per ostium A delatus, lingulam aut fistulam C animabit ad motum.

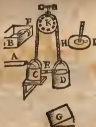
Alias dabimus machinas inferiùs in quibus aqua fluens, rotas aget & folles agitabit.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Situla automata dimidiam fontis aquam altius evehentes.

Quod suprà variis machinis per attractionem, aut expulsionem præstitimus, modò vi gravitatis, simpliciter præstabimus. Sit ergo fons perennis A, ex quo ad usus domesticos attollenda



est aqua usque ad receptaculum B: suppono autem fontem A esse elevatum, ita ut aqua possit descendere. Duæ situlæ, C minor, D major, dependentes ex duobus ejusdem funis extremis, sint ita compositæ ut minor, nempe C, vacua sit, ponderosior situla D, situla autem D plena, utpote capacior, superet situlam D. Sit item in situla C tubulus E, quo ubi ferè plena fuerit, aqua defluat in situlam D; cum igitur plena foetit situla D, attollet situlam C, usque ad receptaculum B, ubi ab uncino B retinebitur, & invertetur, situla D semper descendente usque ad planum inclinatum G, in quod dum impinget

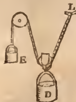
inclinabitur & invertetur, tunc situla C, ut ponderosior situlâ D, descendet, eamque restituet in suum locum.

Multæ autem cautiones sunt adhibendæ, ut omnia succedant, prima est ut invertatur situla C, ab uncino F, potest enim suspendi paulò supra medium, ut facilior sit inversio.

Pariter debet situla D paulò suprà medium suspendi, vel alia praxis adhibenda est, ut effundatur aqua. Ut si HI esset fundum situlæ D, si instrueretur platismatio cui annecteretur funis, ubi descenderet situla, funis attolleret platismation, seu assarium, & aqua effunderetur per foramen platismatii. Eodem modò instrui posset situla E, assario.

Est etiam aliud incommodum cui occurrendum est, nempe quòd sæpe tanto impetu descendat situla D, & consequenter ascendat situla C, ut aqua effundatur. Fiat trochlea K, denticulos habens, quæ volvat axem verticalem, flabello instructum, quod incurrendo in aërem motum moderatum reddat.

Si altitudo CB dupla esset altitudinis GD, du-



pla etiam deberet esse situla D, & tunc duplicandus esset funis situlæ D, & extremitas funis annectenda in puncto L.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

Organa Pythaulica.

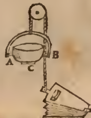
Postquam dedimus modum quo ventus ex aquâ eliciendus est, quod primò necessarium erat, ut organa Pythaulica animaremus, restat ut pariter modum tradamus, quo eadem aqua, fine ullo musico, ea impellere, & ad concentum agitare possit. Supponatur ergo perfectum organum Pythaulicum, cum suo abaco, seu consueto palmularum ordine: nisi quod palmulæ nigræ, quæ breviores esse consueverunt aliis, fiant iis æquales. Fiat deinde tympanum seu cylindrus satis magnus, ut plurimum cantilenarum sit capax. Hic cylindrus ita libretur super axe volubili, ut ejus superficies palmulas radat. Sit rota aquaria exterior quam aqua in orbem circumvolvat, sint autem in ejus axe paucissimi denticuli, sit item in basi tympani rota denticulata, ita ut minuatur motus, & dum rota exterior quinquaginta aut sexagima circumvolutiones peragit, tympanum unicam absolvat. Debet item adhiberi ventilabrum ut vocant ut motus sit moderatus & uniformis. Quæ omnia satis per se intelliguntur. In tympano autem sint innumera ferè foramina, ita ut singuli foraminum ordines respondeant singulis palmulis. Inseruntur ergo foraminibus clavi, sed ad mensuram & ordinatim alii latiores, alii minores, prout alicui tono insistendum magis erit. Dum ergo volvetur cylindrus suis clavis asperatus, clavi palmulas depriment ad numeros. Quæ omnia satis sunt facilia; unde iis diutiùs non immorabor.

PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Avicularum cantum hydraulicè producere.

Fiat vas culminans AB suspensum infra medium, quo artificio ita aptatur, ut vacuum propter adjectum pondus C, sit erectum; plenum



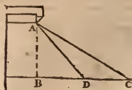
verò invertatur. Respondeat in alio funis extremo follis, onustus pondere graviore quàm sit situla AB vacua, minùs grave quàm eadem situla plena. Si ergo influat aqua in situlam, dum implebitur, attollet folles, eosque aperiet, dum verò invertetur, tunc pondus folles claudet, aëremque in avicularum fistulas ejiciet. Alia multa circa hanc materiam dici possunt, quæ quia sunt cuique obvia & facilia perstringo leviter. Sufficiat igitur ista indicasse, ut ex iis ad similia gradum facere discamus.

DE MACHINIS AQUARIIS.

Machinæ omnes Aquariæ rotis alatis constant, in quas cum aqua incurrit, totæ circumvolvuntur. Harum igitur machinarum principium est aqua, eoque solo nomine ad hunc tractatum pertinent: mirum autem quàm in varios usus adhibeantur hæ machinæ, & quàm varij sint motus qui ex iis proficiscuntur. Circa hujusmodi machinas unum tantum mihi dicendum occurrit; nempe, an meliùs sit, canalem quo defertur aqua, magis inclinatum, & breviorem reddere, quàm minus inclinatum, & consequenter longiorem habere. Quod ut meliùs explicetur. Supponatur aquæ descensus seu casus esse 10 pedum, hoc est aquam præcipitari ex A in B: quæritur utrum meliùs sit canalem efficere secundùm lineam AC, hoc est minus declivem & longiorem, an verò secundùm lineam AD, seu breviorem, & magis declivem. Certum est ex principiis supra positis in mechanica, gravia tantumdem impetus habere, si ceciderint ex punctis æquè altis, per quam-

cumque

cumque tandem lineam cadant, ita si ex puncto A cadant duo gravia unum per planum inclina-



tum AC, aliud verò per planum inclinatum AD, ubi pervenerint ad eandem horizontalem BC, æqualem omninò impetum habebunt. Seclusis tamen accidentibus aliquibus; quare videtur perinde esse, sive utamur canale AC, sive canale AD. Nihilominus certum est aquæ fluxum aliquantisper retardari ab inæqualitatibus & scabritie alvei, quod facilè probare possumus; nam si navigii cursus ita retardatur ab ejus scabritie, ut dum recenter est pice, & sevo illitum, acceleret notabiliter motum suum, quidni etiam scabrities, & inæqualitates canalium multum officiant, eò quòd aqua incurrendo in canalis asperitatea multum retardetur. Ex quo fit ut cæteris paribus præferendi videantur breviores alvei.

Aliunde tamen si alveis aptentur rotæ, quò breviores erunt alvei & magis inclinati, seu quò ad perpendiculatem magis accedent, eò aqua incurret in altiores rotarum alas, atque adeò eas attinget priusquam totum impetum acquisiverit, quem ex tali casu potest acquirere. Unde in his omnibus mediocritas quædam est observanda. Hi autem videntur esse aptissimi quorum inclinatio, seu angulus quem cum horizonte comprehendent erit 45 graduum aliqui præferunt angulum sexaginta graduum.

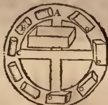
Potest item quæri, an meliùs fit ut aqua vi gravitatis suæ rotas moveat, an verò, vi impetus acquisiti. Explicatur. Ita componi possunt rotæ; ut è receptaculis,& quasi situlis sint compositæ, unde fit ut aqua in partes rotæ superiores incurrens simlas impleat, quæ ubi in inferiorem rotæ partem pervenerint, effluente aqua vacuantur. Unde unâ semper parte situlæ vacuæ sunt, aliâ vero semper plenæ Hic modus ad gravitatem tantum pertinet, nullâ impetûs acquisiti ratione habitâ. Si verò rota nullatenus oneretur aqua, sed alæ sint tantum asserculi plani, non tam vi gravitatis, quam impetûs per descensum acquisiti rotæ movebuntur. Communiter ita res disponi potest, nempe si multa sit aqua, ut rotæ potiùs per impetum acquisitum quam per gravitatem moveantur: si verò ita exigua sit aqua, ut impetus qui acquireretur non videatur sufficere, tunc aqua in superiorem rotarum circumferentiam incidat, situlasque aut receptacula impleat. Sed in his omnibus vix invenire possumus aliquid in quo pedem figamus: potiusque experientiâ quam certia rationibua agendum est. Licèt enim speculativè loquendo videatur in idem recidere; vel rotas movere mediâ gravitate, vel ratione impetûs acquisiti, cum impetus acquisitus possit præcisè restituere grave in locum è quo decidit, ex variis tamen accidentibus avenire potest, ut unus modus alteri præferendus sit. Atque hæc de machinis omnibus quæ aquam ut motus sui principium agnoscunt. Sequitur ut de machinis quæ etiam circa ipsam aquam versantur aliquid dicamus.

PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

Rota situlis instructa.

Hæc machina passim adhibetur in Provincia, & aquam attollit ferè ad altitudinem totius diametri. Potest autem vel situlis communibus instrui; quales sunt A,B,C &c. Vel quod com-



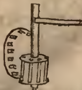
modiùs capsis quibusdam quadratis, unico tantum foramine perforatis. Id autem habent commodi capsæ parallelepipedæ, quod faciliùs rotæ aptentur, & quod tantam copiam aquæ non perdant, eò quòd aptiùs in iis foramen construatur. Possunt moveri vel vi aquæ decurrentis, ita ut cursus aquæ totam convolvat & aquam attollat. Tales machinas multas vidi unicâ tantum rotâ constantes, nempe si rota duplex esset, & inter utramque radii qui alarum vices obirent, dum aqua in eas incurreret, rotam agitaret.

Alias vidi quibus movendis jumenta adhibebantur, cum autem difficilè fit ut jumenta motum verticalem efficiant, ideò mutandus est motus horizontalis in verticalem. Quod facilè obtinetur ope rotæ dentatæ verticalis, cujus denticuli sint horizontales, ut in figurâ satis apparet, sed ista sunt communia, & in molendinis adhiberi solita.

PROPOSITIO XXIX.

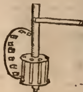
Problema.

Catena situlis instructa.



Accidit sæpè ad tantam altitudinem aquam evehendam

evehendam esse, ut nulla rota fieri possit, saltem sine maximis expensis, quæ ad aquam pertingat,



tunc adhibetur rota vacua, ut melius intra radiorum vacuitates, situlæ locum inveniant, quæ catenis, aut funibus invicem connectuntur. In aliquibus regionibus vidi funes ex virium palmitibus contextos, & situlas ex corio compo-



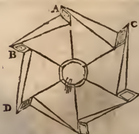
sitas ne facile diffringerentur. In omnibus machinis illæ semper præferendæ sunt quæ sunt simplicissimæ. Si animal adhibeatur debebit motus horizontalis in verticalem mutari. Poterit etiam fieri machina hujusmodi, cujus principium motûs sit ventus. In Hollandia ferunt communiter haberi tales ad exhauriendas paludes.

PROPOSITIO XL.

Problema.

Rota Bremensis.

Dicitur Bremæ esse machina satis simplex, unicaque constans rota, & fluminis cursu cir-



cumacta, quæ tantam aquæ copiam attollat, ut rivum satis copiosum in urbem immittat utpote quæ singulis circumvolutionibus 24 plaustra aquæ attoliat; id est ferè quinquaginta dolia communia. Machina tota vacua est impleturque per foramina AB, CD, aquam effundit per axem, singula enim intervalla foramen habent axi respondens, ut figura satis ostendit; neque video in ea componenda ullam difficultatem. Debet aptari alteri rotæ alatæ, vel in eodem axe, si fluminis impetus videatur ad eam commovendam sufficere. Vel ita in diversis axibus, ut alterius rotæ plures requirantur circumvolutiones ut hæc semel rotetur. Sufficiat indicasse; nam reliqua ex principiis communibus facilè intelliguntur.

PROPOSITIO XLI.

Problema.

Rota helicibus instructa.

Ad attollendam aquam Rota helicibus Instructa, aptissima est, quia in hujusmodi machinâ videtur aqua non trahi, neque ad ascensum



cogi, sed sensim quasi reptando obliquè superiorem locum affectate. Fiat igitur rota qualem figura exhibet cui spiræ seu helices aptentur, à circumferentia nempe ferè ad centrum, sint helices cavæ, ad continendam aquam tanquam canales, etiam si necessarium non sit eos undique clausos esse. Licet enim superiori parte omnino paterent, aqua tamen ascenderet, immo si globus spiris imponeretur dum rota movetur, vi gravitatis suæ ascenderet. Cum habeat id mirabile hæc rota, quod grave descendendo ascendat. Debet hujus rotæ aliqua pars aquæ immergi, quia singulis circumvolutionibus, tantum per singulas spiras aquæ ascendet, quantum in parte immersa continetur.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

Helix circa cylindrum.

Hæc machina excogitata fuit ab Archimede ad exhauriendam celebris illius navigii ab Herone Rege constructi sentinam. Sit igitur cylindrus A B circa teretes cardines A & B volubilis, ad angulum circiter graduum 45 inclinatus, circa quem circumvoluatur tubus seu canalis, ad modum helicis compositus. Si hujus

hujus machinæ pars infima, aquæ immergatur & volvatur contra aquam, aqua per helicem



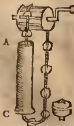
ascendet, immo si fieret machina tanta, ut intra tubum homo consistere posset; si descenderet per tubum interea dum in partes contrarias circumvolveretur machina, tandem ad machinæ superiorem partem ascenderet.

Hanc machinam non ita pridem ingeniosè compositam, ad construendum pontem, & non procul à Geneva adhibuerunt artifices nostri, quæ ingentem aquarum copiam nullo fere negotio, & summa facilitate exhauriebat. Quæ tanta facilitas nonnullis hanc mentem injecit motûs perpetui illius ope perficiendi, cujus ideam aliquam Pater Bettinus exhibuit. Exceptam enim in summitate machinæ aliquo receptaculo aquam, in rotam alis instructam, & cylindro aptatam immittit, quam sufficientem existimavit, ad eundem cylindrum circumvolvendum. Hæc autem & similia artificia, quibus per hydraulicas machinas tentatus est motus perpetuus, peccant in principio. Quamvis enim hæc aqua in spiris inclusa faciliùs sursum feratur, utpote per plana, ut ita dicam inclinata, quàm si perpendiculariter ascenderet; compensat tamen in copia, id quod videtur deperdere in planorum inclinatione, ut in tubis communicantibus vidimus diversimodè inclinatis. Quare impossibile est, ut aqua quam subministrat machina, tantundem aquæ attollat, sunt enim in æquilibrio, præter difficultatem, & resistentiam ejusdem machinæ. Quamobrem ex aqua motum perpetuum nunquam haurire poterimus.



PROPOSITIO XLIII.

Rosarium.



Hæc machina nomen suum sumpsit ex figura: Ita autem componitur. Sit tubus simplex in aquam immersus, sitque paulò latior in inferiori extremitate, ferè ad modum infundibuli: inseratur in eum tubum, aut funis, aut catenula ferrea infinita ut vocant, hoc est cujus duo extrema conjungantur, quæ sit hæc catenula globis mollibus, nempe ex corio aut alia simili materia compactis distincta; meliùs tamen erit si hujusmodi globi sint tantùm dimidii, tecti circulo coriaceo ut figura satis exprimit. Circulus autem coriaceus debet cavitati tubi AC exactè respondere. Sit etiam addita rota ut magnâ velocitate trahi possit funis. Usus facilè intelligitur, dum enim trahitur funis, globuli exactè cavitatem implentes interceptam aquam sursum attollunt.

In quo duo præcipuè notanda sunt; primum est si funis adhibeatur, fore ut aquæ supernatet, unde necessarium erit, rotulam adhibere, quæ illam ita dirigat, ut non aberret à tubo. Secundum necessarium esse, ut velociter agitetur machina, ne scilicèt inter globulos, & tubi latera aqua præterfluat.

Variis modis construitur hæc machina, nonnulli enim tubum quadratum habent, unde pro globulis quadrata lignea invicem connectunt, immò tubum seu canalem, non verticaliter, sed in situ inclinato collocant. Eodem instrumento utuntur Hollandi, ut fœces ex portubus hauriant, nam asserculi in fœces illas incurrentes, per tubum impellunt & ad ascensum cogunt: debent esse in superiore tubi parte foramina ut aqua prætérlabatur.

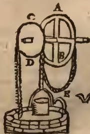


PROPOSITIO XLIV.

Problema.

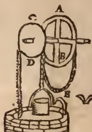
Varii modi situlis aquam attollendi.

Primò quidem occurrunt simplices cylindri, circa quos circumvolvitur funis quo situlæ dependent. Cylindrus, vel scitalis movetur, vel simplici manubrio quod figurâ non indiget, ut intelligatur. Possunt item adhiberi machinæ compositæ, si nempe potentia movens sit debilis, & situla ingens, componi possunt duæ aut tres rotæ, ut augeatur motus potentiæ, vel minuatur motus ponderis secundùm principia communia machinarum. Vidi etiam alicubi rotam in qua molossus ambulabat, & situlam, è puteo aqua plenam attollebat. Quia tamen satis difficile videtur determina-



re machinam facilem, & commodam, referam hîc unam quam in praxi expertus sum bene succedere, AB, CD sunt duæ rotæ in eodem axe, AB major, CD

C D minor. Circa rotam A B funis infinitus circumvolvebatur, qui etiam paulo amplior erat,



quam ut rotam stringeret; unde pendebat aliquantulum in puncto E. Circa rotam C D circumvolvebatur catena ferrea, & ne præterflueret, rota uncinis instructa erat; situlæ ex catena dependebant. Id etiam commodi habebat machina ut situlæ seipsis effunderentur in vicinum receptaculum: libratæ enim erant paulò supra medietatem, ita ut dum sursum traherentur ab uncino retinerentur per superiora labra, ex quo fiebat ut inverterentur. Ne tamen hæc machina adhibeatur puteo nimis profundo, eò quòd catena tam longa, difficilius extraheretur quam situla. Ubi autem puteus non superat pedes 12 aut 16, illi aptari poterit. Trochlea etiam est satis commoda, idque habet emolumenti, quod faciliùs & commodiùs potest homo suas vires applicare, quàm si simpliciter manibus situlam attolleret, deberet enim tunc niti genibus ne deorsum traheretur.



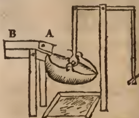
Neque etiam præterire possum machinam simplicem, & antiquam quæ suas etiam utilitates habet, cum enim facillimum sit situlam vacuam in puteum demittere, difficile è puteo plenam educere. Hæc machina hujusmodi difficultates adæquat, & partitur, nam pondus adjectum paulò majus est quàm situla vacua, & minùs quam plena. Unde juvandus est situlæ descensus, qui impediretur opposito pondere; juvandus item ejusdem ascensus, eò quòd ut dixi pondus appositum situlâ plenâ sit debilius.

PROPOSITIO XLV.

Problema.

De Cochleari.

Hæc Machina solum ad 6 aut 7 pedes aquam commodè potest attollere, ubi autem altiùs eve-



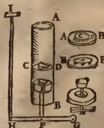
henda non est aqua, satis utilis est machina, multumque aquæ profundit. Componitur autem eo-chleari satis amplum; vel ex ære, vel ex ligno; parùm autem refert cujus sit figuræ. Posset enim esse figuræ oblongæ tanquam parallelepipedum aliquod; tantum cavendum est ne dum in aquam demittitur supernatet, sed facilè seipso immergatur: dum igitur mulum attollitur, aquam effundit in parte A, quæ excipitur canali AB.

PROPOSITIO XLVI.

Problema.

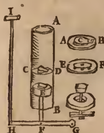
De Anthliis.

Quamvis omnis machina, & omne instrumentum ad hauriendam aquam idoneum, anthlia dici possit, nihilominus tamen usus invaluit ut Ctesibiana machina, quam ista propositione describimus, hoc nomen sibi vendicarit. Totum illius artificium consistit in valvulis certâ ratione compositis ut dum ex unâ tantùm parte aperiuntur, aditum aquæ præbeant, exitum denegent, vel è contra. Communiter quadruplicis speciei assignantur, anthliæ compressivæ, expulsivæ, attractivæ, & mixtæ. Primò autem describendæ sunt valvulæ, seu ut vocant assaria, in quibus ferè totum nego-



tium positum est. Valvulæ istæ seu assaria, ex diversa materia fieri possunt, ut ex corio. Sit enim AB fundum

fundum alienjus anthliæ, cujus foramen satis magnum operiatur corio C, quod introrsum qui-



dem aperire poterit, si verò comprimatur contra fundum, seu diaphragma AB, quò magis comprimetur, eò meliùs, & exactiùs foramen claudet; hujusmodi valvulæ in anthlia minoris momenti adhiberi possunt.

Possunt item fieri ex corio, sub quo sint plurima foramina, eo corio tecta, aqua poterit ingredi, attollendo scilicèt hujusmodi corium: si verò deorsum nitatur; comprimatque corium, eò meliùs claudet. Hic modus adhiberi potest embolis, cum valvulis, & assariis instruendi sunt: cùm vero valvulæ, debent aptari in ima anthlia, aut in aliqua eius parte occultâ, in qua difficile sit introspicere, si quid fuerit alteratum, ex firmiori materiâ componi debent assaria, ut ex ære. Eorum foramen torno excavari, & rantisper in conum desinere debet; huic inseritur pars coni, torno item elabotata, & ne vacillet debet habere quasi caudicem, insertum inferiori alicui tigillo ut attolli possit, & deprimi convexus conus; & in cavitatem rectâ incidere. Quibus explicatis facilè omnes anthliarum species explicabimus.

Anthlia expulsiva ita componitur. Sit tubus seu canalis AB diaphragmate CD, suo assario seu valvulâ instructo divisus. Sit item embolus E F, suâ item valvulâ instructus, qui possit agitari, hoc est sursum attolli, & deorsum deprimi per tegulam GH, quæ volvatur circa eardinem G, immergatur talis anthlia, usque ad diaphragma CD, tum ex I agitetur embolus: dico fore ut aqua impellatur usque ad A. Supponatur enim embolus, esse in puncto B infimo, & sursum impelli, quia nititur contra aquam, eius valvula claudetur, impelletque aquam contra valvulam CD; quæ aperietur, aditumque aquæ præbebit in cavitatem C A. Dum verò deprimetur embolus, assarium emboli aperietur, assarium autem CD, vi gravitatis aquæ, immo si velis vi superincumbentis aëris claudetur, exitumque aquæ denegabit, ex quo fiet, ut embolum sequi non possit. Atque ita rursus alia, atque alia aqua in cavitatem CA inttoducetur. Hoc genus anthliarum optimum est, & ad omnem altitudinem aquam evehit. Id tamen habet incommodi, quod tegula HG, cum embolo E F, sint aquæ immersa, ex quo fit, ut si quid fuerit vitiatum, aut corruptum, non ita facilè reficiatur.

Aliter construi potest hæc expulsivarum anthliarum species, sit enim canalis 5, 4, cum suo diaphragmate 4, valvulâ instructo. Sit autem embolus perforatus 3, cum suo assario seu valvula; immergatur autem tota anthlia, usque ad lineam 5. Dum demittetur embolus, aperietur eius valvula, viamque faciet aquæ, & claudetur valvula 4;



dum verò attolletur embolus, eius assarium claudetur; eò quòd contra aquam nitatur: sequetur autem aqua inferior vi gravitatis aquæ circumstantis, unde aperietur valvola 4, atque ita continuò sequetur aqua; longitudo tantum manubrii 37, videtur incommoda.

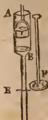
Secunda anthliarum species erit compressivarum. Sit pariter tubus, seu canalis TL, diaphragmate MN distinctus. Cui diaphragmati aptetur vulvula, consueto more constructa: paulò supra diaphragma MN, incipiat alius tubus N P, cui pariter aptetur valvula O. Habeat pariter embolum R, solido cylindro R constantem, hoc est non perforato, qui stupâ vestiatur vel corio, ut melius canali KL conveniat. Usus machinæ talis erit, immergatur anthlia usque ad lineam S.; dum embolus demissus aquam S N comprimet, quæ claudet valvulam MN, & per tubum MPO delata, valvulam O aperiet, dum rettahetur sursum



embolus, aqua M L, vel gravitate propriâ, eò quòd in SN deficiat à libellâ, vel propter ambientem aërem, gravitate suâ incumbentem, ascendet rursus in S N., & pariter ab embolo compressa, ascendet per canalem NPO, & ita deinceps. Hæc aothliarum species optima est, & ad quamcumque altitudinem aquam evehit; incommodi autem habet quod emboli manubrium TR, sit ut plurimum nimis longum.

Tertia species est merè attractiva. Sit tubus amplior AB, in cujus fundo sit valvula, sit tubus vel æqualis, vel minor B E, ad aquam usque pertingens; sit item embolus F, perforatus cum suo assario. Debet embolus exactè quadrate cavitati tubi

ubi A B, poterit item embolus ita construi, ut constet circulo ferreo, aut æreo perforato, cui



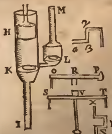
imponentur duo aut tres circuli ex corio crassiore confecti, exactè cavitati tubi AB respondentes. Sufficiet si anthlia, solâ extremitate, aquam tangat.

Usus talis erit. Dum attolletur embolus, aqua sequetur, vel propter partium continuitatem ob metum vacui, vel propter incumbentis aëris gravitatem; dum autem demittetur embolus, claudetur assarium B, aperieturque assarium D, unde transpirabit aqua per embolum, atque ita deinceps semper sequetur eodem fere modo, quo aqua ascendit in syringe.

Unum tamen moneo ne longior fiat tubus BE, quam triginta tres pedes, alioquin non sequetur aqua: rationem jam sæpè assignavimus, quia nempe totus athmosphæræ aër qui in terras gravitat, tantumdē pendit quantū triginta tres pedes aquæ.

Quarta species erit anthliarum attractivarum, simul & compressivarum. Non differt autem à superiori, nisi quod embolus in hac perforatus non sit, sed solidus; secundò quod debeat habere aliud assarium, in tubo ipsi anneao. Dum ergo per attractionem aqua delata fuerit in cavitatem H K, deorsum impulsus embolus, aquam comprimet, quæ assarium K deorsum impellet, & claudet; assarium autem L elevabit, unde per canalem LM ascendet.

Varios movendarum anthliarum modos relinquo, ut si in puncto O, mobilis sit regula OP, & in puncto R, annectatur emboli cauda.



Vel si tigillus S T mobilis sit circa cardinem V, fintque caudæ seu manubria embolorum in extremitatibus S T.

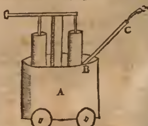
Vel si quis motum circularem habeat ut in XYZ, facilè illum in reciprocum deorsum & sursum commutabit. Multò facilius si motum circularem habeat ut in 137, poterit idem præstare ope rotulæ, quæ mediâ tantum parte sit denticulis instructa, si in medio duarum pariter dimidia tantum parte denticulatarum, sit collocata.

Ad anthlias revocari possunt folles, sive adhibeantur ad ventum producendum, sive ut possunt, ad aquam attollendam. Nam in omnibus follibus invenitur valvula inferior, quæ dum aperiuntur folles, ab aëre subintrante aperitur, dum verò comprimuntur, clauditur, & exitum per inferiora foramina denegat. Certum autem est, quod si inferioribus follium foraminibus, addatur tubus, ad aquam usque pertingens, eorum diductione attrahetur aquâ, & compressione ad quamcumque altitudinem evehetur. An verò facilè sit folles construere qui aquam contineant, ita ut humore non corrumpantur artificum judicio relinquo.

PROPOSITIO XLVII.

Problema.

De machinis ad restinguenda incendia.



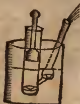
Hæc machina in multis Germaniæ urbibus communis est, experientiâque compertum est, non esse præsentius, & minus periculosum remedium, cum ex loco inferiori aquas ejaculetur. Sit ergo vas quodcumque ligneum satis amplum, ut cupa A, cui subjiciantur rotulæ, ut facile moveri possit. in ea cupa duæ adhibeantur anthliæ compressivæ, quales superius descripsimus, earumque canales in unum eundemque coëant inferiori parte flexibilem, ut detorqueri possit in omnem partem; poterit autem esse flexibilis, si circumligetur corium. anthliæ ita disponantur, ut dum utrius embolus attollitur, alter deprimatur, quod figura satis indicat.

Usus autem talis est, trahitur machina ad locum incendio vicinum, & cupa impletur aqua, agitantur anthliarum emboli, tum aqua per canalem BC, expulsa, tanto defertur impetu, ut quæcumque domorum fastigia possit superare, debet aliquis tubum CB regere. Experti autem sunt plus subsidiî in incendiis dari ab una machina, quam à mille hominibus, & hoc sine ullo periculo.



Utuntur item sæpissimè, unica tantum anthliâ compressivâ

compressivâ factâ ad modum syringis lineæ, nisi quod duabus sit instructa valvulis, ex corio tan-



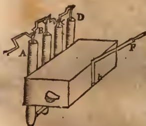
tùm compositis: simplices autem sunt adeo,ut vix nummo argenteo væneant. Immerguntur autem intra ampliorem situlam, quare non defertur aqua, supra tectum eum vitæ periculo; sed dum ardet aliqua domus, trecentæ sæpe anthliæ hujusmodi, tantam brevi tempore aquæ copiam attollunt, ut tota domus innatet aquis, & ferè obruatur.

PROPOSITIO XLVIII.

Problema.

Salientem anthliis efficere.

Sæpè in rebus ludicris indigemus saliente, hanc anthliis compressivis facilè habebimus.



Disponantur tres, aut quatuor anthliæ compressivæ A B C D, quarum canales secundarii desinant in arculam, in qua sint valvulæ singulis anthliis respondentes, & earum secundariis tubis impositæ. Sit item canalis EF, qui ex parte inferiori arculæ, ad locum salienti destinatum pertineat.

Ad agitandos embolos adhibeatur axis diversimodè inflexus, & in quatuor partes, dico salientem fore continuam. Quia dum una anthlia nondum desiit comprimere, alia incipit, & ita deinceps. Ut meliùs tamen res succedat, arcula fiat satis alta ut tam aquam quam aërem contineat, & tubus aquam ad salientem deferens, à fundo arculæ incipiat. Nam hoc facto etiamsi aliquandiu sistatur anthliarum motus, aër tamen intra arculam compressus aliquandiu aquam expelletet. Unum tamen moneo, ut inferiori singularum anthliarum parte quâ immerguntur aquæ cribrum apponas, ut omnes sordes arceat; nam si sordes tubum deferentem obstruant, tanta erit vis aquæ intra arcam compressæ, ut eam diffringat, ut expertus sum in arcula ærea quæ vi aquæ compressæ, primo è cubicâ in sphæricam mutata est, deinde difracta. Hæc machina optima esset, ad restinguenda incendia, quæ aquam ad turrium fastigia eveheret.

Notandum item est quod in anthliis attractivis, tubi debeant ita exquisitè claudi, ut aërem externum nullo modo admittant. Item assaria seu valvulæ debent esse fidelissima, alioquin quoties uti volueris anthlia toties priùs aqua in anthliam infundenda erit, quod est tædij plenissimum.

PROPOSITIO XLIX.

Problema.

De Anthliis, follibus, ferris cæterisque quæ aquæ cursu agitantur.

Variæ sunt excogitatæ machinæ, ad attollendam aquam, illæ autem meo judicio primum locum obtinent, quæ nullum aliud sui motus principium agnoscunt, nisi aquam ipsam. Ita in fluminibus totas alatas disponimus, quæ continuò volvantur,quo motu semel constituto facilè quemcumque alium motum habebimus. Nam si axis rotæ, in extremitate sit inflexus, ita ut duplicem angulum rectum constituat, habebimus motum sursum & deorsum, unde ad anthlias agitandas nihil aliud requiri videtur, ita etiam ad folles movendos indigemus tantum motu alterno sursum, & deorsum ferente, non erit opus alio artificio. Idem dico de ferris, ut sursum & deorsum ferantur; ut verò lignum serræ admoveatur, id fieri poterit ope helicis, seu cylindri, spiris instructi, qui dum in orbem sensim movebitur, lignum serræ admovebit.

Alia artificia quæ quidem requirunt motum sursum, alium autem nempe deorsum gravitati relinquunt. Ita ad attollendos ferreos malleos, in officinis ferrariis, cylindrum totâ mobilem, clavis asperamus; qui dum in mallei manubrium incurrunt illum demittunt, & malleus attollitur, qui deinde propriâ gravitate recidat. Eodem modo constructæ sunt machinæ, ad chartam conficiendam, ad contundendam telam. Sic attolluntur pistilla quibus contunditur sal nitratum, ad pulverem pyrium. Alia innumera fieri possunt artificia, cum difficile non sit unum motum in alium commutare.

PROPOSITIO L.

Problema.

Varia fontium ornamenta.

Primum ornamentum sunt variæ hominum aut animalium figuræ è quibus aqua erumpit quod facillimum est, nec ullam continet difficultatem.

Secundum erit in variis salientium figuris, ut saliens caudam pavonis referat, quod facillimum erit si tubus hoc modo disponatur, ut non tam tubus rotundus quam oblongus, ex duabus laminis ferè se tangentibus, sit aptatus.

Iisdem habebis si aquâ in guttas stillante, oculum inter solem & fontem colloces, poteris autem aquam dividere in guttas si nempe depluat in tectum aliquod rotundum, è quo undique decidat. Vel si per foramen scabrum erumpat, haud dubiè in guttas abibit.

Sustinetur globus in aëre pendulus, si saliens ita sit verticalis, ut non in unam potius quàm, in aliam partem deflectat. Debet tamen circa foramen è quo erumpit, disponi infundibulum, ut si quando accidat globum decidere, rursus salienti imponatur.

Saliens non tantùm in ascensu oculis grata erit, sed etiam in descensu, ut si in tectum aliquod impingat, è quo per flexuosum canalem ad modum helicis redeat.

Quò plures sunt salientes, eò earum gratior est aspectus, ita aquam erumpentem in varia receptacula excipimus, & ex una salieote, plurimas efficimus.

Aqua ex superiori loco præcipitans, & extensa ad modum lintei, gratissima est aspectui, plurimam autem esse oportet, quæ erit jucundior si identidem repetatur casus, seu præcipitium.

Innumera alia ludicra excogitari possunt in aqua, nempe aqua è tubis latentibus, quasi ex insidiis, laxato epistomio, exiliens spectatores perfundat. Possunt ita tubi disponi, ut nullus detur effugii locus; unde ita specula disponunt ut qui voluerit, in iis suam imaginem videre irrigetur. Ita satyros in gradibus collocant, ut si quis pedem in eodem gradu figat, subitò laxetur epistomium, videanturque satyri aquam expuisse. Aut catapultam aquâ plenam, etiam cum aliquo strepitu explodere.

In aliquibus fontibus componitur arcuata porticus ex salientibus, ita ut sub illis quasi sub fornice liceat ambulare. In aliis è mensæ medio, & quasi è salaria conchula, plures erumpunt salientes, quæ invitatos traosiliant.

Audivi etiam in Italia, aliquos fontes, non tantùm pluviam imitari quod facillimum est, sed etiam grandiorem, & nivem effundere, vix tamen crediderim nivem, aut grandinem posse tam cito generari; sed tantùm coacervatam effundi.



TRACTA



TRACTATUS XIX.

ARS NAVIGANDI.

MIRUM non est quod Ars navigandi tanti semper apud omnes fuerit, quod tam impensè his præsertim temporibus excolatur, propositisque etiam præmiis ad summum apicem provehatur. Nam si commercium dissitas nationes quæstuoso fœdere devincit, & ex multis unum, ut ita dicam, populum efficit; si steriles, & arentes plagas importatis aliunde opibus beat; si denique status quoscumque vel minimos ad invidiam, & terrorem usque evehit, nonne id totum arti navigandi acceptum refert, quæ ope pixidis nauticæ æque certum iter tenere docet, ac si nota nobis littora legeremus.

Nonne providentiæ divinæ munus fuit, quæ cum barbaras, totoque orbe dissitas nationes Evangelicâ luce perfundere voluit, fidum in magnete navigationum ducem, & cynosuram exhibuit.

Neque verò nautas tantùm, & naucleros spectat hæc scientia, sed summos etiam duces, qui classibus præficiuntur, quorum alioquin vita, & honor unius hominis imperitiæ sæpè permittitur.

Cum autem ad sydera recurrendum sit, dum in alto mari navigamus, cœlumque sit observandum, dum terram non videmus, praxes Astronomicas usurpare cogimur, quas sola praxis, & experientia docere non potest. Errores pudendi nauclerorum Mediterranei maris, naufragiaque frequentia evidentissime demonstrant satis non esse nauclero, ut mappa notam inurere sciat, littoraque agnoscere, sed expetendum esse, ut ea lex quæ nullum nauclerum sine examine ad id muneris admittit, universalis foret, & æque in Mediterraneo mari, ac in Oceano vigeret.

Brevibus admodum finibus coërcetur hæc scientia, quatuorque principiis facilibus nititur. Primum erit Rumbus, seu plaga, quam pixis nautica correcta tamen exhibet. Secundum erit itineris æstimatio. Tertium latitudinis observatio Quartum denique loxodromia seu linea quam decurrit navis. Ut autem methodicè procedamus, hunc tractatum in septem libros divido.

In primo libro à definitionibus, seu vocum communiter usurpatarum explicatione incipiam, tum de variis navium speciebus disseram, de singulis earum partibus, & proportionibus, hoc est brevissimam Architecturam Navalem tradam. Tum ad quæstiones generales gradum faciam, primoque de velificatione, & data occasione de ventorum natura, & generatione agam, tum de remigatione, gubernaculo, anchora, de onere navibus imponendo, denique de navigatione fluviatili.

In secundo libro nonnulla principia Astronomica naucleris necessaria propono, doceoque modum observandæ altitudinis syderum; usumque instrumentorum communium, aliorumque plurimorum aperio.

In tertio ago de Pixide nautica, hoc est compositionem eius, ususque omnes, variosque modos corrigendæ declinationis doceo.

In quarto loxodromiarum doctrinam trado, hoc est illius lineæ, quam ductu ejusdem rumbi pixidis nauticæ decurrit navis. Earumdem loxodromiarum tabulas, & usus, adjiciam.

In quinto mapparum hydrographicarum compositionem, usus & correctiones explicabo.

In sexto æstimandi itineris rationem tradam, variasque correctiones ab observatione latitudinis dependentes, solemne item longitudinis inveniendæ problema proponam.

Septimus continet varias praxes nautis perutiles, ut diarii digerendi, Ichnographicum portus, aut littoris typum exprimendi, historiam, totamque æstus maris doctrinam, methodos ad determinandum in singulis portubus horam affluxus. De ventis item periodicis, de Euripis, & æstuariis, de signis futuræ tempestatis disseram.

Eo lubentius hunc tractatum aggredior, quod paucos habeamus qui bene & dilucide de hac materia egerint. Experientia item petita ab aliquibus navigationibus poterit aliquid lucis huic operi afferre.

Nullus inter antiquos authores de re nautica scripsit, cum vera scientiæ navigandi ab

eo tantum tempore initium ducamus quo virtus Magnetis directiva ad Septentrionem & Austrum detecta est, nempe sub finem duodecimi sæculi. Quamvis autem Ioannes Gira Amalphitanus in regno Neapolitano, hoc inventum ad praxin melius revocans, pixidem Nauticam circa annum millesimum trecentesimum composuerit, celebres tamen illæ navigationes sequenti tantum sæculo factæ sunt. Nam anno 1492 *Christophorus Colombus Genuensis primus Americam detexit, sic dictam ab Americo Vespusio Florentino, qui Colombi vestigiis insistens, in Americam navigavit, & anno* 1519 *Ferdinandus Magellanes fretum invenit, quo in Pacificum Oceanum navigavit, totumque terrarum orbem circuivit.*

Anno 1530 *Petrus Nonius celebris Mathematicus Lusitanus, occasione aliquarum difficultatum à Martino Alphonso Sosa nauclero propositarum, tractatum de navigatione edidit. In primo libro propositas difficultates explicat, & naturam linearum loxodromicarum. In secundo instrumenta nonnulla proponit quibus latitudo regionis observetur. Obscurus est hic author.*

Anno 1560 *Petrus Medina Hispanus, suo idiomate, de arte navigandi scripsit, illius librum Nicolaus Nicolai Delphinas Geographus Regius Gallicum fecit. Continet octo libros hic tractatus. Primus, nonnulla explicat principia. Secundus, agit de æstuariis, seu Euripis, & de prognosticis tempestatum. Tertius, de ventis, & rumbis: videtur autem lineas rumborum ignorasse. Quartus, de syderum elevatione egit, tabulamque declinationum proponit. Quintus, De elevatione poli per stellas circumpolares. Sextus, de Magnetis declinatione, quam tamen non corrigit. Septimus, de Luna, & æstu maris. Octavus, de Kalendario. Hic tractatus suo tempore fuit alicujus nominis, nihil tamen continet, quod modo commune non sit.*

Anno 1598 *Iacobus Severtius edidit opusculum de orbe maritimo, in quo multa sunt utilia.*

Eodem ferè tempore Ioannes Garcia opusculum edidit pro Naucleris, in quo erat tabula declinationum solis in 4 *annos, praxis ad observandam elevationem per stellas circumpolares, & descriptio Oræ Hispanicæ.*

Anno 1606 *Andreas Garcia Cespedes librum edidit cum titulo* Regimento de Navegacion. *In prima parte tradit principia, tabulam declinationum solis in* 4 *annos, usus Astrolabii, Crucis Geometricæ, pixidis nauticæ &c. Secunda pars hydrographica. Videtur ignorasse lineas loxodromicas.*

Anno 1618 *Simon Stevinus Mathematicus Principis Auriaci, in quarto libro suorum Commentariorum agit de navigatione circulari, & loxodromica. In quinto de Magnetis declinatione. In sexto praxes tradit circa æstum maris. Hoc opus imperfectum est, & materias tantum delibat.*

Anno 1600 *Guillelmus Gilbert Medicus Londinensis de Magnete primus philosophicè disseruit.*

Anno 1620 *Villebrordus Snellius suum Typhin Batavum latinè edidit, in quo scientificè naturam linearum loxodromicarum explicat, cum methodo componendarum tabularum. Poterat hæc materia clarius explicari.*

In Cursu Conimbricensi typis impresso anno 1625 *nonnulla habentur de Magnete.*

Anno 1629 *Pater Nicolaus Cabeus de Magnete philosophicè egit.*

Anno 1630 *Adrianus Metius in quinto libro sui Primi mobilis methodum tradit navigandi sphæricè. Primusque proponit tabulas Loxodromicas.*

Anno 1633 *Ioannes Tassin Geographus Regius tabulas hydrographicas Mediterranei maris & Oceani composuit.*

Anno 1640 *Pater Georgius Fournier Societatis* IESU *suam Hydrographiam edidit, in qua etiam agit de arte navigandi, non tamen satis exactè, multa habet Historica.*

Anno 1643 *Bartolomæus Morizot latinè suum Orbem maritimum edidit. Tractatus historicus est, habetque quæcumque illustria in mari gesta sunt.*

Anno 1641 *P. Ioannes Grandamy Societatis* IESU *novam demonstrationem immobilitatis terræ edidit, novamque methodum inveniendæ lineæ meridianæ magneticæ nulli declinationi obnoxiæ.*

Anno 1649 *P. Nicolaus Zuchi Parmensis Societatis* IESU *philosophicè de Magnete egit, solamque affert causam finalem.*

Anno 1654 *Pater Kirker tractatum edidit de praxibus magneticis.*

Anno 1660 *Bernardus Varenius sub finem suæ Geographiæ universalis parvum habet tractatum de loxodromiis, sed nimis brevem.*

Anno 1661 *P. Ioannes Ricciolius Ferrariensis Societatis* IESU, *suam Geographiam edidit, in cujus nono libro agit de navigatione tam circulari quam loxodromica, & de mappis hydrographicis navigationi præcipuè circulari accommodatis.*

Anno 1661 *P. Gaspar Schottus Societatis* IESU, *in suo Cursu mathematico agit de navigatione sine ullis demonstrationibus.*

Anno 1666 *Dominus Denis Hydrographus, & Professor Regius Diepæ Tractatum edidit de Acu magnetica, in quo quinque tradit methodos declinationis inveniendæ.*

Anno 1668 Pater Vincentius Leotaud Societatis IESU, *magneticas directiones physico-mathematicè explicuit.*

Anno 1668 Dominus Denis Methodum tradit solvendorum problematum nauticorum per Sinus. Eius tamen praxis in longioribus navigationibus nonnihil deficit.

In hoc opere mappas hydrographicas reductas malè arguit, utpote à Snellio geometricè demonstratas.

Anno 1669 idem author tractatum edidit de declinatione solis, ad latitudinem regionis observandam.

Anno item 1673 Artem navigandi edidit.

Sequentes item de navigatione egerunt.

Rodericus Zamoranus.

Petrus Appianus.

Bartolomeus Crescentius de Nautica Mediterranea.

Augustinus Casareus.

Robert Dudle de Arcanis maris, eius tamen praxes principiis chymericis nituntur.

Ioannes Colomb, Le flambeau de la mer.

Petrus Herigone in suo cursu, sed breviter.

Ioannes Ianson in introductione ad orbem maritimum.

P. Mersenne in sua Istiodromia.

Lazarus Baytius de re Navali, historicè.

DE NAVIGATIONE
LIBER PRIMUS.
Notiones universales.

DEFINITIO PRIMA.

Navis est ædificium quoddam ligneum, aut ex arborum corticibus, aut quâcumque materia levi constructum, intus cavum, ad iter super aquas faciendum, accommodatum.

Hac definitione excludo rates, quæ ex pluribus lignis, in superficiem planam extensis, & colligatis constant.

Navigiorum species, aut ex magnitudine, aut ex figura, aut ex modo navigandi distingui possunt. Hæc ultima ratio magis essentialis est, majoremque differentiam invehit. Modus navigandi remis, aut velis peragitur. Quare duæ species distinguentur; nempe navium quæ solis velis aguntur, & earum quæ vela & remos adhibent.

Primæ latera altiora, secundæ humiliora utpote remigationi accommodata habent.

Remis aguntur illæ omnes, quæ sub biremium, & triremium nomenclatura comprehendimus, seu potius Galearum nomine nuncupamus.

Galeassæ maximæ sunt in quibus remiges iotua latent, habentque circiter 20 tormenta bellica: & puppim multorum sclopetariorum capacem.

Sequuntur Mahonæ, sic dictæ apud Turcas, multo tamen Galeassis inferiores.

Exinde sunt Triremes communes, viginti quinque, aut triginta remis utrinque instructæ, in singulis remis quatuor, quinque, & nonnunquam sex Remiges. Tormentum bellicum insignioris notæ unum habent, mediocris duo, & duo inferioris.

Galiotæ 16 aut 20 remis utrinque instruuntur; ut plurimum unicum malum habent, saltem Turcicæ.

Armatomenon, quod sub nomine Brigantini nuncupamus, 10 aut 12 utrinque remis, & uno per singulos remige agitur.

Datur & alia species minor, sub nomine Fregatæ, paucioribus remis instructa, in Oceano tamen sub hoc nomine intelligimus Mioparonem mediocrem.

Felouca 6 remis agitur, nullumque habet tabulatum.

Piscatoriam navim nomine Tartanæ intelligimus, cujus nec prora nec puppis assurgit; remis item agitur.

Dantur & lembi minores, & actuaria sub nomine *Esquifs*, *Caic*, aliisque hujusmodi nominibus nuncupata.

Potest esse difficultas historica, circa figuram, & ordinem triremium antiquarum, & circa differentiam quæ inter *uniremem*, *biremem*, *& triremem* intercedebat. Nonnulli opinati sunt uniremem uno, biremem duobus, triremem tribus tantum remis instructam fuisse, quæ opinio subsistere non potest, cum de bellicis navibus agatur, quæ ita comparatæ, inutiles utpote tardissimæ evasissent. Alii voluerunt intelligi de pluribus remorum ordinibus; quod impossibile sit de ordinibus sibi invicem subjectis, & per tabulata distinctis intelligatur, cum remus supra aquæ superficiem moltum attolli non possit, propterea que in mioparonibus non usurpetur, ut facilè concedent quicumque navigarunt.

Posset quidem asseri, cum puppis & prora antiquarum navium, altior esset mediis partibus, temos etiam aliis longiores exigebat, atque adeo

plurimos remorum ordines admittebat, vel cum in singulis remis unicum tantum remigem adhiberent, alternatim longioribus, & brevioribus remis navim instruebant, ita ut plures eorum ordines distinguerentur. Cum tamen experientia docuisset satius esse remos ferè æquales habere, & in singulis plures remiges adhibere, hæc vox uniremis intelligetur de uno remige in singulos remos; atque ita habebimus hanc speciem quam vocamus *Brigantin*, biremis duos remiges in singulis remis admittet, triremis tres, atque ita deinceps, ita ut Galeræ nostræ plerumque sint quinqueremes. Hæc explicatio conformis est praxi, unum tamen moneo has voces à diversis authoribus variè sumi, nec si in uno una explicatio succedat, alteri continuo erit applicanda. Secundò ut locus alicujus authoris etiam antiqui, sit apud me alicujus momenti, debeo certus esse, quod ipse viderit antiquas triremes, easque ex suo sensu, & aliorum relatione non describat.

Ad hanc speciem revocantur Russorum Monoxila; utuntur enim longioribus naviculis unica arbore excavata constantibus, vela autem quibus istæ omnes species utuntur sunt vela latina, seu triangularia.

Secunda navigiorum species solis velis agitur. Horum innumeræ sunt species, à figura propria, & magnitudine petitæ.

Majores naves bellicæ, præcipuæ Mioparones, seu Galiones vocantur, modò tamen earum magnitudo quadringenta dolia adæquet, minores apud nonnullos *Pataches*, apud Anglos Ramberges dicuntur.

Fistulæ trecenta dolia non excedunt, puppique omninò in orbem inflexa constant.

Caravelles 4 velis latinis instruuntur.

Saiques sunt naves Turcicæ vehendis mercibus idoneæ.

Caramoussalia sunt etiam naves Turcicæ quarum puppis valde alta, in duo quasi cornua deflectit.

Arcus Burdegalenses, sunt piscatoriæ naviculæ, quarum prora valde acuminata. *Esguille de Bourdeaux*.

Cæteras species & nomina recensere supervacaneum foret; cum receptæ non sint eædem ubique gentium appellationes.

Communis est distinctio apud Massilienses, Mioparonum, Barcarum, & Polactarum. *Les Vaisseaux, Barques, & Polacres.*

Quæ distinctio videtur esse aliquo modo essentialis, utpote ex diversitate velorum petita. Tres enim ut plurimum distinguuntur velorum species; nempe latinorum seu triangularium, quadratorum & lateralium, quæ alicubi dicuntur. *Saccoleva*.

Vela latina seu triangularia, sic dicta puto,



quod latini iis uterentur, antennæ longiori, & transversim dispositæ annectuntur. Id habent peculiare, quod paucissimis funibus egeant, in omnem ventum facilè obvolvantur, sed naves multum inclinant, ideoque in tempestatibus sunt periculosa: nunquam duo vela latina seu triangularia eidem malo appenduntur, hoc est vela latina aliis latinis non superimponuntur.

Secunda species est velorum quadratorum, quæ ex antennis communiter horizontalibus dependent. Hæc videntur maximè connaturalia.



Tertia species paulò oblongiorem habet figuram, & malo immediatè secundum eius longitudinem annectitur, continetur que hastâ diagonaliter disposita, minoribusque tantum lembis adhibetur.

Ex prioribus velorum speciebus exurgit triplex illa navigiorum species, quarum infima duobus aut tribus malis instructa, vela tantum latina admittit.



Horum præcipuum, seu magisteriale, *la Maistre* medium locum obtinet. In prora aliud simile sed multò minus habet, dictum *Trinquet*; tertium in puppi Artimon seu *de Mizane*.

Hæc species navigii dicitur Barca. Triremis duo hujusmodi velis agitur.

Secunda species quatuor habet malos, velis quadratis instructos, cum adscititiis, seu infimis malis, hæc mioparonem constituit, *un Vaisseau*.

Media species intermedia est, habetque malum præcipuum velis quadratis instructum, carchesio ornatum, malum tamen anteriorem velo triangulari instruit.

DEFINITIO II.

Partes Navigii complectens.

1. Spina (*la quille*) est tignum aliquod ob-



longum à puppi ad proram in ima navigii parte protensum, cui costæ innituntur, spinæ dorsi vices

ces gerens, latitudo est semipedalis, in nonnullis pedalis, longitudo varia, nempe 100 pedum: talis



est AB: fluviatiles cimbæ utpote latiores & planæ spina carent.

Rota Proræ. (*Establie ou Estableure*) Italicè *Rota di Proda.*

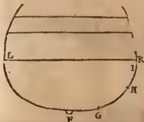
Provincialiter *Capion de proüe*, est segmentum circuli, extremæ spinæ insertum ut AD.

Rota puppis (*Estambor*) *Capion de Pouppe*, ad angulum obtusum spinæ aptatur ut BC.

Spinæ pars præcipua, dicitur *Bonchin*, nempe punctum E cui innituntur costæ principales, seu latiores.

Spina secundaria *Contrequille*, primæ imponitur, costasque omnes coërcet, ne vacillent, dicitur item *Calingue.*

Navigii costæ satis ex ipso nomine intelliguntur, cùm autem in majoribus navigiis, unico li-



gno non constent, in tres partes ut plurimum distinguuntur, quarum prima, quæ inter utramque spinam inseritur ut F G dicitur *Madier ou Varangue.*

Secunda G H à flaaura dicitur Genu *Genoüil, ou Stamenay*

Tertia dicetur Scalmus, *Scalme, ou Alonge*; nempe H K, eum autem in actuariis hoic parti annectatur remus: in iis etiam id quod respectu remi rationem habet hypomoclii Scalmus dicitur, *Scalme.*

Costæ dicuntur pares, *Couples*, quod binæ hinc inde copulentur.

Trabes quibus tabulata incumbunt vocantur *Bau*, ut LK.

Tabulata *Tilliac*, quorum quod omnium latius est dicitur *Franc-tilliac*, habentque suas trabes, trabs longior, seu quæ maximam navigii latitudinem efficit, dicitur Architrabs seu *Maistre-Bau.*

Latitudo navigii non unam & eamdem in omnibus ad longitudinem rationem habet. In triremibus est tantùm septima pars longitudinis. In Mioparonibus Architrabs seu *le Maistre-Bau*, quartam circiter spinæ partem sibi vendicat.

Concavitas dessumitur ab Architrabe, ad spinam estque media pars Architrabis.

Latus navigii, sumitur utrinque, *le Bord*, quæ vox sæpè toti navigio tribuitur, sic dicitur Gallicè *Personne n'est entré dans nostre bord.*

Latus illud quod sedenti in puppi dexterum est, dicitur *Tiembord*, sinistrum *Bas bord.*

Ultima Zona, seu corona *Cheinte* quæ Scalmos conjungit dicitur *Vibord*, quæ supra hujusmodi Zonam sunt posita, dicuntur opera mortua, & communiter ex pino constant, quæ infra dicuntur opera viva, & ex quercu construuntur. *Oeuvres vives, Oeuvres mortes.*

Bombardarum fenestellæ *Sabords.*

Carina, *Carene c'est le creux du Navire, le fond de Cale*, totum illud spatium quod primo tabulato subest: dicimus Gallicè *donner Carene* quoties in latus unum incumbit navigium, ut eius rimæ stupâ communiantur, *Calfater.* Dicitur item *le Navire est à cran*, hoc est inclinat ita in unum latus, ut spina ferè appareat

Puppis est posterior pars navigii, *la Peuppe, l'arriere du Vaisseau*, in cujus postrema parte est gubernaculum, *le Timon.*

Gubernaculi manubrium, dicitur *Orgeau.*

Puppis ut plurimum 4 habet tabulata, quibus distinguuntur primò in inferiori parte, panis Apotheca, *La soute du biscuit.*

Exinde sanctæ Barbaræ cubiculum, *La sainte Barbe*, seu eorum quorum munus est æneà tormenta explodere: in ea movetur gubernaculi manubrium, qui tamen ad clavum sedet, in superiori est tabulato, & per foramen ope unius perticæ, temonem in utrumque latus movet.

Sequitur Navarchi seu capitanei cubiculum, picturis, ut plurimùm ornatum, ad cujus duo latera, prominent duæ porticulæ.

Huic imponitur aliud cubiculum naucleri scilicet *du Pilotte*, ante quod, est atas seu Theatrum quod vulgò dicitur *la Dunette*, & supra aliud quod dicitur *le Gaillard.*

Ante Navarchi cubiculum, sita est custodia, quam etiam habitaculum nominant, *la Gesole, le Bitacle* seu Armarium in quo pixis nautica, & ut plurimùm tres aut quatuor lampades. Arenaria, *les Ampoulettes*, cum campanula, ut nempe singulis semihoris detur signum.

In suprema puppis parte posita est Pharus (*le Phanal*) & post ipsam vexillum.

In parte Postica puppis est speculum, seu tutela, *le Miroir ou la Tutelle*, imago seu statua illius cui dicata est navis.

Prora est anterior navigii pars: quæ humilior est poppi, nec in tot tabulata distinguitur. Altior tamen est reliquis navigii partibus, habetque Theatrum, *le Gaillard de proüe.*

Rostrum *l'Esperon de la proue*, huic ut plurimum imponitur Hieroglyphicum aliquod sæpe navigio nomen imponens, quamvis ut plurimùm à tutela nomen accipiat.

A primo puppis Theatro, ad proræ theatrum protenditur pons aliquis instructum ad latera, reti ex cordis compacto, *le Pont de corde*, cui subsunt milites, mousquetis, & sarissis brevioribus Armati.

Sentina (*la Sentine*) locus infimus navis, ad quem scilicèt aqua confluit, dicitur etiam *Hosses* exhauritur sentina, ut plurimùm antliis.

Aperturæ quibus ab uno tabulato ad aliud descenditur dicuntur *Hoires, Escoutes, Escoutilles*, tabulæ quibus clauduntur *Panaux.*

Saburra, *l'Est, Saorre, Quintelage*, constat autem

autem arena aot calculis, navigium ita sistit, ot inelmati noo possit.

Primum tabulatum seu superius continuum non est, sed clathris apertum, ut fumo ex tormentis bellicis, per lumen erumpente, exitus conceda tur. Oculi bovis, sunt duo foramina in prora per quæ erumpunt rudentes, *œil de Bœuf.*

DEFINITIO III.

De Malis.

Quatuor sunt in Miopatonibus mali, quorum primus ad p rotam Thalassomachus proreta dicitur *Beaupré*, hic inclinatus, *il est coaché sur la Pouleiae*, dicitor etiam *Mast de Civadiere.*

Secundus dicitur malus Dolonis, à nonnullis dicetur myseni. *Mast de mizaine*, quamvis in multis locis hæc appellatio tribuanit ultimo in puppi, *la mesane*, dicitur communiter *Tréaquet.*

Tertius est malus præcipuus, *le grand Mast, le Mast de Maistre*: hie nonnihil inclinatur ad partes posticas.

Quartus est Artimon in puppi scilicèt, dicitur à nonnullis. *Meiane.*

Hi mali suis charchesiis instruuntur, *Hune, Hnae de Beaupré, Hane de Mizaiae, Grande Hune, Hane d'Artimon.*

Dicitur item *Gabi*, estque specula rotunda malo imposita.

His malis alii adscititii inseruntur, primò ad protam inseritur malus Psittaci ut vocant, *Mast de Perroqaet de Beaupré.*

Malo Dolonis inseritur malus charchesii *Mast de hane de Trinquet oa de misaine, oa mast de bourcet de Trinquet.*

Malo maximo inseritur malus majoris charchesii, *Mast du grand Hunier*, vel *da graad Bourcet.*

Attimoni denique inseritur malus psitaci Artimonis, seu *Mast de Perroquet d'Artimon oa de Meiane.*

Duo mali medii secundò instruuntur charchesio; nempe, *Hune du grand Bourcet, Hane du boarcet de Trinquet.*

His inseruntur alii duo mali, qui psitaci dicuntur, *mast du Perroquet de Maistre, mast de Perroquet de Trinquet.*

Quare decem habentur mali & consequenter decem Antennæ, quæ Gallicè dicuntur *Verghe.*

Antennæ idem nomen habent ac ipsi mali; nempe, *la grande verghe, la verghe de Triaquet*, & ex iis pendent carbasa ejusdem nominis.

Vela omnia in mioparone quadrata sunt, excepto Artemone, cujus velum triangulare est, velum primi mali, seu inelinati, *du Beaapré* in extremitate duo habet foramina, ut si quando accidat ut mergatur, seu aquam tangat, per ea possit effluere.

Ultimo malo seo supremo annectitur vexillum, seu *le Pavilloa*, præcipuum est iu medio malo.

In exercitu, Admiralii navis, seu Regia, vexillum præcipuom habet in summitate præcipui mali. Vice-admitalius in summitate mali Dolonis seu Trinqueti, contra Admiralius in summitate mali Artemonis.

Præter hæc decem vela, dantur & ascititia, nonnunquam augentot vela, per partem inferiorem, quæ additamenta dicuntur *Boanette.*

Vel per latera, dicunturque cultelli, *des cousteaux oa veiles à estuy*, foramina quibus hæc additamenta præcipuis velis annectuntur, vocantur oculi picarum, *Oeil de pie* & funes quibus vinciuntur, *les Rabans.*

Altitudo veli dicitur *Giadant*, latitudo ex numero telarum noscitur, *par les Lais.*

Velum præcipuum dicitur *le grand Pacfy.*

Quia vela superiora antennis etiam inferioribus per extremitates annectuntur, ideo eâ parte latiora sunt, superiori parte strictiora.

Quia sæpè ligna satis ampla non inveniuntur, quæ uoi malo sufficiant, ex pluribus construuntur, hæc ligna vocantur *Gemelles Gaburons, Costoas*, & mali ita fabrefacti *Gemellez, Gabaronez, Sarliez.*

Antennæ malis annectuntur, possuntque attolli, & demitti: attollere dicitur *hisser*; demittere, *ameiner, Carquer*, id est expandere. Vela sub antenna complicata dicuntur *Ferleés.*

Barrots sunt tigna quibus sustentantur carchesia.

Teste de more ligna quibus inseruntur mali superiores.

DEFINITIO IV.

De funibus.

Funium infinitus videtur esse numerus, si tamen in classes suas, & officia distribuantur, non usque adeo magnus.

Primus funium ordo, continendæ in statione, & contra ingruentem ventorum impetum firmandæ navi deputatur.

Suntque rudentes, seu cameli *les Cables goumenes*, debentque ad minimum haberi quatuot.

Minores rudentes dicuntur *Gaerlin*, variisque usibus sunt accommodati.

Principalis anchora, quæ & sacra dicebatur, in casibus tantum extraordinariis adhibetur, ut dum est periculum ne in syrtes, aot littus incidat.

Secunda communiter in statione navim detinet. Tertia ad latera ponitur, ad impediendum ne navis anchoram trahat, *Elle sert pour enfourcher un navire de peur qu'il ne chasse sar soa Ancre.*



Quarta anchora minor dicitur lotosa, *Toaëux, oa bovënx*, estque usui ad extrahendam navim ex portu, ope axis in peritrochio, *elle sert peur haller an navire, & le tirer hors du port avec le cabestan.* minor hic funis naoticus dicitur *Anciere.*

Partes anchoræ sunt annulus, virga, brachia, unci, & axis ligneus, *l'anaeau, la verghe, les bras, les pattes, & l'essieu de bois oa le tas.* Annulus minutioribus cordis implicatur, ne ferrum rudentem arrodat. huiusmodi chordæ dicuntur *Bodineare.*

Rudentem annulo inserere, & aptare dicitur, *Talenguer le cable.*

Anchora in navi alligatur ligno cui nomen *Brossear*, & fune qui dicitur *Bosse.*

potest

Potest ex ipsa navi trahi anchora ope axis in petit ochio, sed tunc navis fertur ad locum anchoræ. Potest educi alio modo, ex navicula enim educitur loto, seu fune qui annectitur uni brachio anchoræ; & alia extremitas cado, in superficie aquæ sustinetur. *On enleve l'ancre par les cheveux avec le lerin*, cadus hic dicitur *boué*.



Secundus funium ordo firmandis malis ne vacilient, & navim concutiant, addicitur Tales sunt funes qui superiorem malorum partem, cum navis lateribus connectunt, vocanturque *les Aubans*. Hi funes plurimi sunt, infraque Ellypticis lignis dictis *Caps de menton*, conjunguntur; alia Ellyptica ligna ferreis uncis firmiter adhærent, aliique minutiores funes hujusmodi lignorum foraminibus inseruntur, ut faciliua majores funes adducantur, hi minutiores funes dicuntur *Rides*, qui ut melius adduci possint ad alium funem pertinent, in quo plurimæ trochleæ. Hic funis dicitur *Palan*.

Adducere funem firmiter, dicitur *Haler*.

Hi funes quos descripsimus plurimi sunt in singulis malis, habentque alios funiculos transversales, qui dicuntur *figures*, formanturque scalæ quibus in carchesia conscenditur.

Mali superiores suos etiam habent funes, quibus cum carchesio inferiori connectuntur, quos nonnulli vocant *Galeban*.

Solus malus inclinatus hujusmodi funibus caret, quod firmiter ipsi navigio adhæreat.

Secundus funis quo mali firmantur, est transversalis, protensus scilicèt à summitate, seu carchesio unius mali ad pedem mali anterioris, vocaturque *l'Esté*; sic dicitur *le grand Esté*, *l'esté de Trinquet*, *l'esté du grand Hunier*. Hic funis non tantum firmando malo utilis est, sed etiam ut eo cæteri funes dirigantur.

Tertius funium ordo erit operariorum, *Manœuvré*, qui nempe aliquod circa vela, & antennas officium exercent. Singulis ferè velis 6. funium species addicuntur.

Primò quidem attollendæ sunt, aut demittendæ antennæ, id præstant funes quos *Issas* dicimus. Hi secundùm longitudinem mali protenduntur, duobusque trochlearum loculamentis uno superiori mobili, altero inferiori immobili, annectuntur, & circa trochleas circumvolvuntur, sic enim vires hominum augentur.

Secundò sunt funes libratorii *les Valencines, ou balancines*, quòd antennam in unam, aut alteram partem inclinent, & quasi librent. Hi ab extremitate antennæ ad trochleam sub carchesio positam pertinent, descenduntque per scalas ad latus navigii.

Tertiò sunt brachia *les bras*, quibus antennæ una extremitas ad puppim trahitur.

Quartò velorum extremitates aliis funibus continentur, quæ dici possunt caudæ *Escote, ou Escote*. Dantur & alii funes contrapositi, *contre escote*, saltem in velis inferioribus.

Quintò de repente nonnunquam implicanda sunt vela, id præstant funes implicatorii, qui dicuntur *Breuils*, qui à limbo inferiori velorum ad antennam transversim pertinent horum funium nonnulli dicuntur *Breuils*, alii *Martinets*, alii *Garcettes*.

Primi quidem ad quartam limbi inferioris partem annectuntur, illumque attollunt ope trochleæ in superiori virga annexæ, & secundùm malum descendunt.

Secundi angulis velorum annectuntur, pariter ad trochleam in antenna positam pertinent descenduntque ad scalas. *Les aubans*.

Tertii ipsi antennæ annectuntur, suntque usui ad complicandum omnino velum, *pour ferler les voiles*.

Dantur & funes circa vela annexi, ut fortiora evadant, dicuntur *Ralingues*.

Denique sunt aliqui funes limbo laterali velorum annexi, ut contrincantur, quoties obliquo vento procedendum est, hi dicuntur *Boulines*.

Brachia veli principalis firmantur versùs Theatrum puppis, *sont amarez vers la dunette*. Brachia majoris Catchesiani, *du grand Hunier* annectuntur ad latera navigii, ultra malum Artemonis.

Brachia Trinqueti annexa sunt ad tertiam partem majoris transversalis *du grand Esté*.

Catchesiani Trinqueti brachia annexa sunt transversali majoris Catchesiani, *a l'esté du grand Hunier*. Idem dicendum de velis supremis seu Psitacis. Brachia Thalassomachi ad Transversalem Dolonis annectuntur.

Hi funes qui sunt 10 aut 11. sunt fere omnes in singulis velis. Quare si multiplices per 10, vela, exurgunt 100 circiter funes. Dixi fere omnes; multi enim in superioribus desunt.

Itacle est funis operariorum maximus, antennam suspendens, ad trochleam majorem sub Carchesio positam circumvolutus, pertinensque ad loculamentum *cui drisse seu issas* annectuntur.

In Triremibus aliisque omnibus navigiis quæ vela latina adhibent, alii sunt funium operariorum ordines, & multò pauciores, ut diximus.

DEFINITIO V.

Cætera voces & termini nautici.

Multas nauticas voces, ad Navium partes revocare non potui, eas ordine Alphabetico referam.

Agreer un navire. Navim nautico apparatu instruere, aut potiùs inspicere an bene sit instructa.

Agreils apparatus. *Agreeur*, qui navim apparatu instruit.

Aiguade, faire aiguade. Aqua dulci navim instruere.

Amelner mainer la veile vela demittere.

Arbalestes, balestrille. Crux Geometrica ad observandam syderum elevationem.

Aplester les veiles. Explicare vela.

Arizer les verghes. Antennas demittere, & lateribus navigii annectere, ad declinandum venti impetum.

Banc, Transtra remigum. Syrtes arenosæ.

Bande Latus navis. *Mettre le timon à la bande*. Gubern-

Gubernaculum ad latus detorquere, inclinare.

Brayes Caligæ, corium est vel tela cerâ obducta, quâ majoris mali pes involvitur.

Cale, fonds de cale Carina.

Caler Demittere, dicitur de homine qui in mare demittitur.

Capo, mettre à la cape. Est velum præcipuum ita obliquare, ut ventum in nullam partem excipiat, temone vento obsecundante.

Chiourme. Captivi Remiges.

Faire chappelle. Quoties adversis velis occurrit ventus, navis circumvolvitur ut eum excipiat.

Collier de l'estê. Torquis transversalis.

Coursie. In triremi, iter à puppi ad proram, inter remigum transtra. Ex quo desumpsit nomen, tormentum bellicum præcipuum, quod is fit ejus locus.

Dalot, Canalis ad ducendam aquam anthliis hauriendam.

Envergher les voiles, vela antennis aptare.

Equipage, Nautica turba.

Epicer uno cerde, alteri annectere.

Escore, Præruptum littus.

Estotard, lignum quo funes malum firmantes, seu scalæ annectuntur.

Escubiers, foramina per quæ transeunt rudentes.

Escueils, Scopuli.

Estime. Itineris confecti æstimatio.

Estrope, ou herse de poulie, est funis quo continetur Trochlea.

Falaise, præcelsum & prominens littus.

Ferse. Tela. Hoc velum tot telis constat.

Foine, tridens piscatorius.

Vent frais, il se rafraischist, validus, invalescit

Gabords, planche du bordage. Asseres quibus teguntur costæ exterius, interiores verò dicuntur *serrages*.

Gardes Custodes, duæ stellæ in cynosura.

Guinder, in altum evehere.

Harpons, sunt instrumenta ferrea acie instructa, antennis adjuncta ad præscindendos hostilium navium funes.

Havre. Portus, *Havre de barre* portus quem nonnisi cum æstu maris subire possunt naves.

Houage, navis vestigium in mari.

Hourdy lisse de Hourdy, ultima trabs versùs puppin.

Huter Decussare antennas, earumque extremitates lateribus annectere, ad declinandum venti impetum.

Largue, Alarguer. Recedere à navigio.

Lignes, Funiculus bolidi destinatis.

Estre au lof, ventum alteri navi præripere.

Lovier, navigare per anfractus.

Lumiere, canalis quo aqua ad sentinam decurrit.

Maistre d'Ache. Faber lignarius.

Mouiller, anchoras mittere.

Nocher Nauclerus, velis impersns.

Osfec, Sentina.

Orser aller à orse, obliquo vento navigare.

Pages de vaisseau, mousse. Ephœbi.

Palans. Funes transversali annexi, ad attollenda pondera.

Panne mettre à Panne, navim inclinare, ad obstruendas aquæ vias.

Pavillon baisser le pavillon, vexillum demittere.

Pavier Pavesade. Scuta, seu lanea lorica, quæ navis & carchesiorum latera tegit.

Piloto, Nauclerus, viæ ductor.

Plage, ora vadosa.

Poincter une carte, punctum invenire ad quod pervenit navis.

PROPOSITIO I.

Problema.

De navium mensura, & magnitudine.

Prima & communis navium mensura apud Europæos est dolium continens pedes cubicos Parisienses 28. & pendens bis mille libras. Hollandi aliam mensuram usurpant, quam *vehes* nominant, duodecim doliis æqualem. Ad hanc mensuram navium magnitudinem exigimus dicimusque communiter navim esse ducentorum, aut trecentorum doliorum, quod quomodo intelligendum sit in hac propositione aperio. Suppono ex hydrostatica corpus levius aqua, ita immergi, ut in ea locum occupet aquæ sibi æquiponderantis. Si enim loco navigii tota illa cavitas aqua impleatur, hæc erit in æquilibrio cum reliqua, illæ enim aquæ sunt in æquilibrio, quarum eadem est horizontalis superficies. Sed navis ejusdem est virtutis cum aqua sibi æquiponderante, cum gravitas, & virtus idem fiot. Navis igitur quæ in aqua occupat locum, aquæ sibi æquiponderantis, erit in æquilibrio cum reliqua, nec ulterius eam poterit attollere.

Illa igitur navis 100 doliorum, quæ prætet locum quem vacua occupabat in aqua, locum adhoc 100 doliorum, capacem sibi vendicat, quod idem est ac si diceretur cui imponi potest pondus 100 doliis æquale.

Ut autem ad praxin veniamus, aliqua regula egemus ad determinandam longitudinem, & latitudinem navis 100 doliorum. Quod ut præstemus, notandum est navim immergi non debere ad supremum usque tabulatium, tunc enim qualibet vi ingruentis venti mergeretur omnino. Communiter igitur navis tertia suæ concavitatis parte debet emergere, solaque dimidia pars concavitatis ejus oneri tribuitur.

Quare si longitudinem navigii per mediam aliquam latitudinem multiplices & productum per altitudinem, habebis totam ejus concavitatem, cujus semissis, si dividatur per 28. habebis numerum doliorum. Si verò totius navigii, & oneris impositi pondus desideras, metire locum quem in aqua occupat multiplicata longitudine, per mediam latitudinem; & iterum multiplicato producto per altitudinem, atque ita habebis numerum pedum cobicorum; pes autem cubicus aquæ libras $61\frac{1}{2}$ pendit. Duo trientes hujus ponderis, oneri tribuuntur.

Tertiò determinabis quantum navis magis immergatur aquæ dulci, quam salsæ, supponendo aquam salsam graviorem esse dulci, sexagesima sexta parte. Si figura navigii regularis foret, sexagesima parte plus in aqua dulci, quam in salsa descendet. Irregularitas figuræ difficiliorem operationem reddet, cum sit ad pedes cubicos revocanda.

Quartò. Certum est eo naves à procellis minus concuti, quò earum pondus fuerit majus. Multa tamen sunt observanda. Si enim onus fuerit materiæ levioris, quæ consequenter superiora navigii loca occupet, pondus ventis non resistet; sed potius navim in eam partem inclinabit, in qua

qua à vento impellitur. Saburra partem carinæ infimam obtinet. Aqua autem est onus pessimum, eò quòd ad partem inclinatam accurrat. Modus oneris imponendi navigii multùm ad ejus celeritatem confert. Quare ita distribuendum est ut in nullam partem inclinet, nec puppis aut prora nimis immergatur. Onera graviora videntur in puppi collocanda, cum in sagittis, & reliquis projectis, pars gravior semper antecedat.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Proportio partium navigii, secundùm Regias constitutiones.

Ut aliquid certi proponamus circa proportionem partium navigii, hanc ex regiis constitutionibus elicui. Ut enim in posterum similes essent naves Regiæ, vitaretur ea diversitas quæ ex mensuratum & proportionum varietate ortum habet, sua Majestas constituit,

1. Primò ut naves trium tabulatorum latitudinem haberent, æqualem quartæ parti spinæ, non computatis totis puppis & proræ, & insuper unum pedem, hoc est ut navis cujus spina erit 148 pedum, sit lata 30 pedes ad costam principalem *A l'endroit du maistre Bau.*

2. Fregatæ duorum tabulatorum præcise haberent in latum quartam partem spinæ.

3 Projecturæ proræ, *l'élancement de l'Estanto*, quintam partem spinæ habeat, minus tamen uno pede.

4. Projectura puppis, *la queste de l'Etambord*, quartam partem projecturæ proræ contineat.

5 Altitudo rotæ proræ, *de l'Estanto*, superat uno pede altitudinem secundi tabulati, altitudo rotæ puppis, *de l'Estambort*, minor est duobus pedibus.

6 Præcipuæ costæ plana superficies, *le Plat de la maistresse varangue*, præcipuæ trabis medietatem sibi vendicat, *doibt avoir la moitié du maistre Bau*, ita statuitur ut divisa spina in sex partes æquales, quarum duæ tribuuntur puppi, *deux pour les façons de l'arriere*, una pro prora, *une pour les façons de l'avant*, collocetur in medio trium reliquorum hoc est divisa spina in sex partes, statuitur in medio quartæ partis incipiendo à puppi, aut divisa spina in duodecim partes, sit post septimam numerando à puppi.

7 Costa puppis, *la Varangue de l'arriere*, collocatur post secundam partem, observata scilicet divisione spinæ in sex partes æquales. Eius plana superficies duos trientes planæ superficiei costæ principalis obtinebit.

8 Costa Proræ in sexta parte spinæ collocetur, habeatque tres quadrantes planæ superficiei costæ principalis.

9 Cavitas navis, à spina ad trabem primi tabulati, medietati trabis principalis æqualis sit, ita ut cavitas navis 15 pedes habeat, si spina longa sit 100 pedes.

10 Trabs puppis, *la lisse de Hourdy, ou bau de l'arriere, aura les deux tiers du maistre Bau*, duos trientes principalis trabis obtinebit, eritque duobus pedibus infra extremitatem rotæ puppis, hoc est æquabit altitudine limbum inferiorem fenestellarum sanctæ Barbaræ, *à la hauteur du seuilles des Sabords de Sainte Barbe.*

11 Sua majestas præcipit ut deinceps puppis infra costam puppis, *au dessous de la lisse de Hourdy* rotunda sit, & non quadrata ut solebat.

12 Quod pertinet ad maximam navis crassitiem, *le fort du Vaisseau*, duci debet rectà à puppi ad proram, directè secundum lineam aquæ, quod ut melius præstetur, in singulis navalibus habeatur prototypus.

13 Dispositio carinæ consuetè usurpabitur, fiet tantum in puppi separatio, æqualis apothecæ panis, ad recondenda navarchi cibaria.

14 Naves septuaginta tormentorum bellicorum, sub primo tabulato instruentur spuriis trabibus, in senos pedes, ad majus robur; fiet item in circuitu ambulacrum trium pedum pro fabris lignariis, ad resarciendam labem à globis hostilibus illatam, aut obturandos meatus omnes.

15 Naves instructæ pluribus quam quinquaginta tormentis, paucioribus quam septuaginta, ambulacro quidem, non tamen spuriis trabibus instruentur.

16 Fenestellæ *Sabords* ab invicem sex pedibus & semi distabunt, superiores inferioribus non respondebunt, ne fumus inferioris stationis superiori noceat.

17 Mioparones octoginta tormentorum inter tabulata, nempe à tabula ad trabem altitudinem habebunt quinque pedum cum dimidio, quinque pedum & 4 digitorum naves quinquaginta tormentorum, & minores quinque tantum.

18 In præcipuis partibus subscudes erunt ferreæ, in minus præcipuis ligneæ.

19 Latitudo navis in superioribus minuetur.

20 Puppis ita digeratur à prima costa, usque ad coronidem ita ut in coronide duos tantum trientes habeat costæ puppis, *la lisse de Hourdy.*

21 Sua majestas prohibet ne deinceps in puppi apponantur statuæ, aut alia ornamenta extantia, sed tantum levia.

23 Mioparones quinquaginta tormentorum, & duorum tabulatorum, nullam in puppi porticum habeant.

24 Mioparones plurium quam quinquaginta tormentorum podio simplici, in cubiculo consilii instruantur. Naves plurium quam quinquaginta tormentorum, necnon trium tabulatorum duplici pedio instruentur.

25 Sua majestas omnino vult esse interdicta podia *Balcon* lateralia, permittit tantum extantes podiorum appendices duorum tantum pedum.

26 Castellum puppis obtinebit totum spatium, quod est inter aaem in peritrochio, *le Cabestan* & malum principalem. Eius altitudo erit quinque pedum cum dimidio. Castellum proræ tantum quinque pedes obtinebit.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Ordinaria partium navigii Proportiones.

Quamvis proportiones in constitutionibus regiis contentæ diligenter examinatæ fuerint, sequentes tamen communiter usurpantur.

Trabs præcipua, *le maistre Bau*, tertiam spinæ partem obtinet.

Projectura rotæ in prora, *l'élancement de l'Estanto*, æqualis est trabi præcipuæ.

Projectura rotæ in puppi, *la queste de l'Estambord*, quintam tantum partem præcipuè trabis sibi vendicat.

Longitudo Rotæ in puppi habet duos trientes ejusdem trabis.

Costa puppis, *la lisse de Hourdy*, trientem & quadrantem principalis trabis obtinet, ut si trabs principalis est 20 pedum, costa puppis erit 11.

Cavitas navigii habet mediam partem principalis Trabis, minus tamen una decima ejusdem semissis.

Spatium interjectum inter tabulata, erit media pars cavitatis, ut si cavitas fuerit novem pedum; illud erit quatuor, & semis.

Si duplicaretur longitudo navigii, non propterea duplicaretur spatium inter tabulata interjectum, haberetque tantum 6 pedes, reliquum cavitati adjungeretur.

Plana superficies costæ quartam simul & sextam partem trabis.

Spina non erit ubique ejusdem latitudinis sub trabe principali, decimam quintam partem principalis trabis latitudo spinæ obtinebit: minuitur autem utrinque, ita ut versùs proram habeat vigesimam tantum partem, & in poppi vigesimam tantum partem. Si trabs præcipua fuerit 50 pedum spina sub illa habebit latitudinem unius pedis cum triente, in prora unius pedis, in puppi 10 digitorum.

Altitudo ejusdem spinæ erit vigesima pars trabis præcipuæ.

Rota puppis in inferiori parte quadrat cum spina eandemque habet latitudinem, in superiori parte adjungit quartam partem.

Costa puppis eandem habet crassitiem, ac Rota puppis in superiori parte.

Costæ planæ altitudinem decem digitorum supra spinam, & latitudinis novem digitos.

Genua novem digitos habent, & septem ad tabulatum. Additamenta costarum, *les alonges* genubus quibus aptantur respondeant, in parte verò superiori quatuor tantum digitos habebunt.

Contra spina, *Calingue* æqualis erit spinæ.

Tabula primi tabulati sit crassa duos digitos.

Tabularum superius quarta parte decrescit.

Tabulæ exteriores usque ad genua, erunt crassæ tres digitos reliquæ usque ad limbum superiorem *le viberd* duos digitos.

Catenæ *Cheintes* erunt crassæ undecim, aut & decem digitorum.

Sagitta erit quindecim pedum, vel tres quadrantes trabis principalis habebit.

Longitudo mali principalis ferè æqualis est spinæ. Mali superiores decrescunt in ratione subdupla.

Antenna minor est malo, una quinta parte.

Malus myceni minor est præcipuo una quinta parte.

Pro carbasis hæc proportio poterit usurpari.

Pro Navi ducentorum doliorum, longitudo seu altitudo carbasi erit undecim ulnarum, & latitudo viginti duarum.

In myceno carbasus habebit in altitudinem *de Guidans* ulnas 10, in latitudinem 19. Carbasus magni carchesii altitudinis 9 ulnas, & latitudinis in ima parte 18. Carbasus carchesii myceni, *le Hunier de mysaine* altitudinis 7 $\frac{1}{2}$ & latitudinis sima parte 17.

Carbasus mali inclinati *de Beaupré* quioque altitudinis, 14 latitudinis.

Qui plura volet legat Crescentium, Dudlæum, Fournerium.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

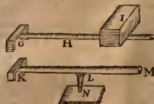
Remus ad vectem secundi generis revocatur.

Aristoteles quærit ad quam potentiam motricem, seu machinam revocetur Remus, videturque illum addicere vecti primi generis. Quæ quæstio ut intelligatur tria in vecte distinguenda sunt. Nempe Hypomoclion pondus & potentia.





In vecte primi generis, hypomoclion A, medium locum inter pondus B, & potentiam C obtinet.



In vecte secundi generis pondus E est inter hypomoclion D, & potentiam F.

In vecte tertii generis potentia H, est inter hypomoclion G, & pondus I.

Dico ergo contra Aristotelem, Remum esse vectem secundi generis, ita ut hypomoclion, sit in palmula quæ aquam verberat, pondus in medio, seu in scalmo, & potentia in alio extremo.

Demonstratio. Quod enim motui gravitate sua resistit, rationem habet ponderis, sed navis motui per remigationem impresso resistit, & quo magis onerabitur navis, eo major occurret resistentia, ut promoveatur: ergo navis habet rationem ponderis; navis autem remo annectitur in scalmo.

Dices, resistentiam non esse in navi; sed in aqua quæ divisioni, aut circulationi resistit.

Respondeo præcipuam difficultatem, seu resistentiam peti ex aqua, sed assero eam per navim superari,

superari, & consequenter pondus esse in medio. Non secus ac si clavus LN, vecte KM in insigendus sit tabulæ N, etiamsi resistentia in asserculo N posita sit, quia tamen clavo LN superatur, adhuc in tali casu, pondus medium locum occupat.

Objici secundo loco potest quod hypomoclion firmum, & immobile esse debeat, aqua autem quæ à palmula impellitur cedit & movetur; ergo non habet rationem hypomoclii. Respondeo aquam non habere rationem hypomoclii, nisi inquantum resistit, propterea que remum ea parte latiorem efficimus, ut majorem offendat resistentiam. Quod si extremitas remi, rupi immobili insisteret, & terræ inniteretur, remigatio melius succederet; ergo quod aqua nonnihil cedat est tantum per accidens, neque hoc remigationis essentiam destruit.

Objicitur 3. In secunda vectis specie, cum potentia magis distet ab hypomoclio quam pondus, majorem etiam motum habebit. Sed remex majorem motum non habet, quam navis, cum eodem motu quo navis feratur.

Respondeo: Si precise spectetur remigatio, remex plus movetur quam navis qua vehitur, manus enim quæ antea propior erat puppi, quam scalmus, ulterius provehitur ad proram.

COROLLARIUM I.

Quò longior erit remus à scalmo ad mare, eo difficilior evadet remigatio.

COROLLARIUM II.

Remiges à scalmo remotiores, majores habent vires, licet etiam ob majorem motum magis defatigentur. Ideoque Aristoteles asserit remiges qui sunt in medio, potentiores esse, quia cum in medio navis sit latior, remos etiam longiores admittit.

PROPOSITIO V.

Theorema.

De viribus Remigationis.

Quæri posset cur tanta navigia remis agantur, quæ ne tantillum quidem nutarent, si terræ insisterent, etiam adhibitis quadruplò pluribus remis. Quæ quæstio non de remigatione tantum fieri potest, sed de aliis omnibus motibus qui in aqua exercentur, neque enim ventus navim in terra impelleret, aut equus naviculam traheret.

Respondeo id oriri ex facili divisibilitate aquæ, cum enim pondera motui horizontali non resistant utpote quo à centro telluris non recedunt; sola restat vincenda difficultas, in dividenda aqua, aut ad circulationem compellenda; Ex quo fit ut figura tantopere ad celeritatem conferat, ut si rostrata sit navis, si eius latera sint lævigata, & sævo illita, quinta parte velocius decurret.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Diversi modi remigandi.

Posset quæri modus remigandi, qui totus in aqua perficeretur, hoc est ita ut remus non educeretur. Primò certum est, si nihil aliud interveniat, inutilem fore talem remigationem, impetus enim qui in navi produceretur dum remex ad se remum adducit, destrueretur dum contrario motu à se remum repelleret. Si enim ad totum remigationis progressum attendamus; illum in duo tempora partiemur. Primum erit illud quo remex manubrium remi demittendo, palmulam ex aqua eductam ad proram propellit.

Secundum illud quo manubrium attollendo, palmulam deprimit eaque aquam versùs puppim impellit, si autem quantum aqua motui palmulæ versùs puppim resistit, tantundem aër resisteret eidem versùs proram impulsæ, impetus producti sese invicem eliderent; quia tamen parum aër, & multum aqua resistit, prævalet impetus ab aquæ resistentia ortus. Aptius igitur ad remigationem duo requiruntur media nempe aër parum, & aqua multum resistens. Sicut dum ambulamus aër pedi antrorsum impulso facilè cedit, tellus vero eidem retroacto omnimode resistit.

Absolutè tamen perfici potest remigatio, etiamsi remus ab aqua non educatur, nam pisces in aqua natant, aves in aëre volant: utriusque artificium consistit quod piscium pinnæ complicentur, & cæsim antrorsum impellantur, at verò retroactæ tota sua plana superficie aquam verberent. Pariter pennarum villi ita sunt dispositi, ut motui antrorsum facilè cedant, & complicentur, motui retrorsum opponantur, & resistant: ita si ita peragatur remigatio ut cæsim remus promoveatur antrorsum, & sua plana superficie retrorsum, habebitur intentum.

Datur & alius modus remigandi, nempe in puppi naviculæ loco gubernaculi remus alligatur, qui in utramque partem agitatur, hic agitatio naviculæ motum imprimet satis velocem, & sine ullo strepitu, hoc modo cauda pisces utuntur ut sibi motum imprimant.

PROPOSITIO VII.

Defectus remigationis.

Mihi videtur communis remigatio multis subjacere incommodis, præcipuum est quod Mioparones, seu naves altarum spondarum remis instrui non possunt, ut enim palmula, eius pinnula altius attollenda foret.

Utilissima tamen foret iis etiam navibus remigatio si admitti posset, sive in malacia, sive ad persequendos aut fugiendos hostes. Refert P. Fournier à se cognitum celebrem navarchum, qui remis in Mioparone utebatur, nam per singulas tormentorum inferiorum fenestellas remum inserebat longum pedes 55, cui quinque incumbebant remiges, & hoc modo 4 & quinque leucas per diem in quacumque malacia perficiebat: scopulum facilè evitabat, & navim velocissimam assequebatur.

Alii autem defectus qui in communi remigatione notantur, sunt primò quod plus laboretur in promovendo temo antrorsum, & sublevando ab aqua, quam præcisè in ipso remigationis actu.

Secundò ex contrariis ferè motibus coalescit remigatio, ex quo fit ut acquisitus primo impulso impetus, cessare debeat, tum subsequens producendus, quod omnibus iis machinis contingit, quæ alterno motu cientur, ideoque illæ semper aliis præstant, quæ circularem habent motum.

Excogitaram rotam palmulis instructam, aquam impellentibus, sed licet hæc machina navim moveat, habet tamen sua incommoda, quorum præcipuum in eo positum est, quod palmulæ nimis obliquè, aut nimis leviter aquam perstringant, alioquin etiam Mioparonibus, hæ rotæ utiliter adhiberentur, redderentque remigationem facillimam.

PROPOSITIO VIII.

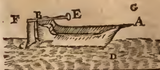
Theorema.

De Gubernaculo.

Mirantur nonnulli quod gubernaculum exiguum licèt & vix latum uno aut altero pede, ingentes navium moles in utramlibet partem detorqueat. Quæritur unde tanta vis homini gubernaculum adhibenti.

Respondeo navigii motum non esse ab homine ad clavum sedente, sed tantum à mari, aut vento. Id autem inde manifestum fit, quod in malacia, etiam si gubernaculum obliquetur, nullus sequatur motus; non igitur gubernaculum aut qui illud versat, motum producunt, sed tantum motum à vento, aut remo productum determinant, ut potius dextrorsum, quam sinistrorsum agatur.

Demonstratio. Proponatur navis A B, cujus gubernaculum BC in situ obliquo detineatur; dum



navis A B antrorsum velociter aut vi ventorum, aut remigum fertur; clarum est gubernaculum BC in aquam incurrere, quæ ipsum percellit eadem velocitate, qua navigium decurrit, quare aqua puppim impellet versùs F, proptereaque prora detorquebitur in D.

COROLLARIUM.

Ex his concludo eò faciliùs detorqueri navim, quò majori velocitate fertur, quamvis is qui sedet ad clavum, in eo detorquendo plus laboret, ideoque in tempestatibus, duo, & tres homines temonem versant. Propter quam rationem puppis navigii certam figuram exigit, ut melius gubernaculum sentiat: costa enim puppis, non imponitur immediatè spinæ, sed altius evehitur, ut major aquæ copia in gubernaculum incurrat.

Modum explicandi quem attuli exemplis variis confirmare possem. Et primò quidem plani inclinati, quod licet motum globi descendentis non producat, eum tamen in unam partem detorquet. Secundò currus à tergo impulsus, in uoam partem inflectitur in quam totæ anteriores detorquentur. Naviculæ autem quæ secundo flumine feruntur, potius temo, quam gubernaculo indigent: cum enim aqua in gubernaculum non incurrat, nullam etiam vim habet ad navim detorquendam.

Ex quibus concludo in lacubus immotis, aut dum adverso flumine navigatur, maximam esse vim gubernaculi, ita ut si alveus strictior fuerit, cautè versandum sit gubernaculum; accidit enim aliquando, ut ad unum gubernaculi motum navis tanta celeritate in latus motum obliquaverit, ut præsentissimum naufragii periculum adierit.

Temo, *orgeau* seu gubernaculi manubrium, habet rationem vectis, ita ut facilius versetur, quo longius fuerit. Quare cum in triremibus satis longum esse non possit, ne scilicet in cubiculum navarchi incurrat, instruitur trocleis, & polyspasto.

DE VENTIS.

Occasione velificationis quæ causam efficientem, ventum habet, nonnulla hic de ventis dicam.

PROPOSITIO IX.

Physica.

Quid sit ventus.

Ventus est perennis & tactu sensibilis aëris commotio.

Probatur assertio. Dum flabello commovemus aërem, sentimus eodem modo nos affici ac dum spirat ventus, tunc autem certum est nihil aliud esse quam aëris commotionem; ergo in aëris commotione posita est essentia venti. Volui ut esset sensibilis tactu, nam semper est aliqua aëris commotio, ut animadvertimus in solari radio, non tamen semper ventus.

Igitur materia venti erit ipse aër. Posui autem hanc vocem *perennis*, quia non quælibet parva aëris commotio vocatur ventus, secundum Aristotelem sed in hoc est quæstio de nomine, an principium commotionis aëris, debeat vocari ventus, ego voco causam venti. Fluvium enim à fonte distinguimus, licet nullus sit fluvius, prout à torrente distinguitur, qui fontem non habeat: quare licet simul cum aëre commoto misceretur exhalatio, quis tamen hoc controversum est, dedi definitionem ab his independentem.

Dico primò multos ventos dari posse, qui in sola commotione aëris consistant sine ulla exhalatione admixta.

Demonstratio. Dum accenditur ignis in camino sentitur ventus ad januam; sed hic ventus non habet exalationem admixtam: nam ingreditur cubiculum ergo non habet exalationem ignis, quam potius repellit. Id autem ita se habet, ignis lignum in exalationem aëre leviorem mutat, quæ extrudi debet sursum, non potest autem aër accurrere ut extrudat, per ipsum caminum jam occupatum à fumo,

à fumo, aliunde igitur accurrit vi gravitatis suæ.

2. Dum incenduntur agri, aut arundineta excitatur ventus accurrens ad locum incendii.

3. Dum incipit pluere; quia derepente iofrigidatur aër, & condensatur in ea parte, minoremque propterea locum occupat, propterea fit ventus spirans contra eum locum.

4. Æolipila semiplena aqua si calefiat, per semihoram spirat ventum non exhalationi permixtum. Pariter ex cavernis sæpe erumpit ventus aquis vi caloris in vaporem mutatis.

Admitto item exhalationem accensam aut subita rarefactione se extendentem posse ventum producere, ut accidit in Nitro accenso, quod in ventosam exhalationem abit.

Neque dicas ventum exsiccare, atque adeo in exhalatione consistere, nam præterquam quod multi venti humidi sunt, ventus exsiccat, qui humorem aufert & secum vehit.

Materia igitur venti est tota athmosphera cum iis omnibus halitibus qui in ea inveniuntur, qui sive ad sint, sive absuerint, erit tamen ventus si sensibiliter ad tactum moveatur.

PROPOSITIO X.

Physica.

Causa proxima ventorum potest esse exhalatio.

Aristoteles existimat causam proximam ventorum esse exhalationem.

Anni nonnulli sunt pluvii, alii ventosi, sed si eadem esset causa venti & pluviæ, anni pluvii essent etiam ventosi; ergo diversa est causa. Certum est autem quod causa aut potius materia pluviæ sit vapor; ergo causa ventorum erit exhalatio.

2. Ita ratio redditur cur cœli rubedo sit signum venti; sed si vapor saltem crassior esset etiam causa venti, rubedo non esset nota venti futuri. Hæc tamen ratio non convincit, nam crassior nubes ideo non est signum venti, quia tota simul radiis solaribus rarefieri non potest, ejus crassitie radios solares arcente, potest autem tenuior tota simul incalescere & rarefieri.

3. Probatur. Plurimi ventorum effectus non possunt nisi ex vehementi aliquo spiritu prodire, quales sunt procellæ, quæ ut plurimum incipiunt à fulgetris, fulminibus aliisque, commotionibus, ea inquam spiritum aliquem siccum, & non tantum vapidum innuunt.

4. Præcipua ratio. Non minus produci potest ventus ab exalatione sicca, inflammata, quàm producitur dum accenditur ignis, sed experimur dum accenditur ignis, aut dum comburuntur arundineta produci ventum; ergo etiam exhalatio sicca eum producere potest.

5. Bene probat Aristoteles ventum non prodire à solo aëre, quia nempe cum semper adsit aër, & sol calefaciens, deberet semper esse ventus; ergo debet in productione venti aliquid aliud intervenire.

Hæ possunt esse rationes propter quas asseritur communiter exhalatio esse causa productiva venti: sed restat præcipua difficultas, nempe quomodo ventum producat. Ratio difficultatis est, quòd nullum immotum moveat, quæritur ergo quomodo exhalatio motum concipiat; eumque transversalem; nam in rebus inanimatis sola facultas motiva videtur esse levitas, aut gravitas, quæ ferunt tantum sursum, & deorsum, & non transversim. Afferam in hac propositione modos à multis excogitatos, quibus exhalatio ventum produceret.

Omitto eos qui volunt ventos ab angelis produci, ex aliquibus Scripturæ locis malè intellectis, quamvis non negem angelos, & magos posse excitare ventos, ut sunt nonnulli in partibus Aquilonaribus qui pileo ventos advocent, perinde ac si Rex Æolus eos in utre traderet. Hæc tamen sententia indigna est Philosopho. Mitte & sententiam Kepleri qui vult ventum esse telluris respirationem.

Prima sententia motum exhalationis eius gravitati tribuit, nempe quod exhalatio terrea, remittente extrinseco calefaciente, denuo addensetur, & vi gravitatis decidat, eo ferè modo quo pluvia. Ad hanc opinionem confirmandam refert Digbeus, cum montem Cenisium transiret, solis radios incidentes in nivem, quæ in opposito monte videbatur produxisse lenem auram io superioribus montis partibus, quam in descensu sensim majorem deprehendit, in planitie verò in ventum validum evasisse. Putavit autem solares radios in nivem incidentes, exhalatiooem terream separasse ab aliis partibus levioribus, à quibus in aëre detinebatur, hoc est cum quibus unum totale corpus aëre levius efficiebant: atque ita ab his separatæ recideret, lentè quidem initio, postea verò ut acceleratio gravium decidentium augetur, secundùm proportionem numerorum imparium, 1. 3. 5. 7. &c. vires eundo acquireret.

Alii volunt exhalationem reddi graviorem simpliciter, eò quòd cessante extrinseco calefaciente, frigefiat, & condensetur. ita Fromondus, & Cabæus existimant exhalationem vi caloris levem redditam ascendere, & ab impetu quem acquirit altius ascendere quàm ferat eius levitas; deinde vero descendat, & descendendo impetum acquirat, eò ferè modo quo pendula oscillari, & hinc inde vibrari observamus. Restat tamen difficultas, quomodo motum transversalem concipiat. Nonnulli recurrunt ad duplicem causam, nempe cum in exhalatione sit gravitas, & accedat externa causa calefaciens, & consequenter levitatem addens, hæ duæ causæ motum medium producant sed malè, quia deberet potius exhalatio suspensa manere ut videmus accidere in nubibus. Alii melius dicunt exhalationem decidentem; quia sub se invenit aërem, & aër telluris superficiem, motus determinatur & peragatur secundùm eam superficiem.

Cabæus alium producit modum, nempe quod exhalatio, fugiat vaporem, ut sibi contrarium, nempe dum à vapore in aqueum humorem abeunte separatur, aufugiat ea vi, qua omnia à contrariis fugiunt. Hoc tamen principium de fuga contrariorum difficillimum est.

Dico ergo ventos ab exhalationibus sæpe produci, non tamen simpliciter vi gravitatis, sed eo quod rarefiant, ut dicam postea. Ratio mea est quod pluvia licet magno impetu descendat, ejusque guttæ sint majores, & graviores exhalationibus, nullam tamen sensibilem in aëre agitationem producit, multò minus exhalatio quæ tenuior est.

PROPO

PROPOSITIO XI.

Physica.

Vapor potest esse causa ventorum.

Methrodorus definit ventum aquosi anhelitus æstum, & Vitruvius aëria fluentem undam, vultque nasci ventum, cum fervor offendit humorem; tunc enim impetus fervoris exprimit vim spiritus flantis.

Prob. 1. cum Vitruvio. Ea potest esse causa venti in aëre libero, quæ in Æolipilis ventum producit. Est autem æolipila globus ferreus cum angustissimo foramine quo aqua infunditur; dum autem calor vehementior in humorem seu aquam incidit, validum ventum & diuturnum per foramen emittit. Nihil enim est exhalatu facilius quam aqua; & quod diutius flatum continuet; quæ omnia requiruntur ad explicandas venti proprietates.

2. Plures sunt venti in mari quam in terra, copiosior autem vapor educitur ex mari quam exhalatio, neque enim venti qui in alto mari spirant, ex terra veniunt, & peritiores nautæ distinguunt marinos ventos à terrestribus. Ita Colombus ex ventis terrestribus cognovit Americam.

3. Dum plures educuntur vapores, dum colliquescunt nives, spirant postes venti boreales. Quoties pluit in Delphinatu, & in Sabaudia, toties boreas spirat in Provincia.

4. Loca siticulosa ex quibus vapor non educitur, ventum non emittunt. Ita Digbæus Classis Anglicanæ præfectus, in reditu ab Ægypto, cum invitus oram Africæ legisset, malacias diuturnas est expertus. Hæc tamen ratio non convincit, quia vapor videtur esse exhalationis vehiculum, ita ut hæc sine illo non educatur.

5. Ros qui nocte decidit ventum satis validum efficit, dum manè incalescit. Ita singulis diebus dum silent alii venti, ventus satis validus è Troade in mare vicinum prorumpit, qui per tres aut quatuor horas perseverat, totusque de repente deficit. Idem accidit in parte meridionali Cretæ insulæ. Immo teste Seneca nulla fere est regio, quæ non habeat aliquem flatum intra se cadentem, & circa se nascentem. Ita in Narbonensi Provincia ad Malignonum montem ventus nascitur, qui declivitatem eius non excedit. Pariter in inferiore Delphinatu ad oppidum Niontium, singulis æstivis diebus nascitur ventus Pontias dictus, vix habens in latitudinem unum milliare, summè salutaris, qui melius tribui non potest quam rori nocturno matutino calore in vaporem mutato. Ita Smirnia ventus qui dicitur Embatis quod Sinum ingrediatur, singulis diebus exoritur. Notavi item in Cycladicus æstivo tempore ventum ab eo rumbo spirare in quo sol exsisteret.

De modo autem quo producatur dicam inferius.

PROPOSITIO XII.

Physica.

An aër seipso in ventum moveri possit.

Certum est in Zona torrida perpetuum spirare subsolanum, seu Orientalem ventum, quem motui telluris Copernicani nonnulli, & inter cæteros Cartesiani tribuunt, quasi tellus seu æquator citius moveretur in ortum, quam aër seu materia ipsi circumfusa, atque adeo aër videretur ferri ad occasum.

Dico contra Cartesianos ventum Orientalem Zonæ torridæ, ab ipso præcisè motu telluris originem non habere.

Probatur 1. Ex circumstantiis hujus venti, qui sole tropicum cancri percurrente, ad trigesimum tantum latitudinis borealis gradum pervenit, eodem verò sole constituto in tropico Capricorni, paucos latitudinis ejusdem gradus attingit. In mari vero Indico hic ventus Orientalis via paucis gradibus ad boream æquatorem transcendit.

Probatur 2. Quomodocumque hæc hypothesis digeratur in Zonis temperatis ventus aut Orientalis, aut Occidentalis perpetuò spirare deberet. Addo quod idem ventus vigere deberet usque ad sexagesimum gradum latitudinis. Si enim ideo tantum spiret quia materia ætherea quæ æquatori vicina est longiori tempore suam circumvolutionem absolvat, quæ polis propior est, secundùm leges omnium vorticum, si inquam id verum est, cum omnes partes telluris eodem tempore suas periodos absolvant, debebit esse æqualitas in sexagesimo tantum parallelo, qui est tantum media pars æquatoris, cum tamen hic ventus Orientalis, sole in tropico Cancri posito, ad tropicum cancri non perveniat, & in Zonis temperatis venti sine ulla regula in omnem partem spirent.

Dico 2. Quomodocumque se habeat hic subsolanus, & quomodocumque explicetur quod postea præstabimus, ex eo probari non posse, ex sola præcisè rarefactione aëris ventum posse generari. Quia nempe ubi maximè viget hic subsolanus, plurimi possint ex mari vapores educi, & nescimus an in locis mediterraneis præsertim siticulosis & arentibus regnet adhuc hic ventus.

Quare concludendum puto solam aëris rarefactionem, aut condensationem, modicum tantum ventum, & lenem auram posse producere. Cum enim aër sit jam rarus sua natura, non potest per rarefactionem multò majus spatium occupare: sed ad summum duplum, aut triplum. Secundò hæc rarefactio quæ quasi per gradus accidit, lenem tantum auram movere potest. Tertiò vere, & autumno cum moderata est aëris temperies vehementiores excitantur venti. Quartò oriuntur sæpè venti dum sol meridiem attingit, & aërem in eodem raritatis gradu conservat, sæpè item de nocte. Quinto aër non apparet rarior, aut densior cum venti spirant, ergo oriri non videtur præcisè ex rarefactione aut condensatione aëris.

PROPOSITIO XIII.

Physica.

Vera causa ventorum aperitur.

Examinatis recensitis opinionibus non erit difficile aliquid certi in hac materia constituere.

Dico primò ventum generari dum copiosus è terra, aut è mari vi caloris educitur halitus.

Probatur. Impossibile est ut magna halituum copia simul educatur, & rarefiat, quin occupet locum

cum aëris, sed non potest eius locum occupare, quin illud propellat; non potest plurimus aër simul propelli quin motum concipiat, motus autem aëris est ventus; ergo hæc omnia fieri non possunt, quin aliquis ventus generetur. Impelletur autem aër ea parte qua minus resistet, & cum telluri innitatur per gravitatem, plus resistet motui sursum quam laterali.

Dixi halitum, quia tam vapor ex aqua factus, quam exhalatio ex mixtis educta, occupat spatium plus quam millecuplò majus post rarefactionem quàm antea.

Ad hunc modum pertinere puto auras quæ à primis solis radiis excitantur, ventos regionarios, boreales qui ex solutis nivibus ventos qui paulò pluviam consequuntur, quasi pars pluviæ subtilior redeat per flatus in zonam torridam, è qua originem duxit: revoco item ventos qui in montibus nive coopertis sole oriente nascuntur.

Dico 2. Si magna vaporum copia simul addensata in terram recidat, producendum ventum.

Probatur. Addensatio halituum, est eorum reductio à majore ad minorem extensionem, sed non potest hæc fieri, quin aër vi gravitatis suæ ad spatium illud replendum accurrat, ergo quin fiat motio aëris, & consequenter ventus. Addo quod pluvia dum cadit è loco suo, deturbat aërem, & consequenter causat ventum in locis viciníoribus. Sæpe enim notavi in mari ventum spirare ab ea parte in qua pluit.

Dico 3. Non tantum vapores, sed etiam exhalationes à vaporibus separatas posse rarefieri, aërem loco pellere, & consequenter ventum producere.

Probatur 1. à posteriori. Textura nubium tenuior, exhalationesque rubescentes, & fumidæ, sunt signum futuri venti, ut jam notavi supra, sed non indicarent ventum futurum, nisi possent rarefieri. Possunt autem facilius à sole rarefieri, quam si crassiores essent, & arcerent eius radios, nam dum tenuiores sunt, totæ simul illuminari, & incalescere possunt.

2. Puto exhalationem calidam, & siccam sibi ipsi relictam posse calorem suum intendere, & ignem concipere, notavique sæpè diuturniores ventos incipere à fulgetro. Ita dum placide de nocte ab Insula Naxo Chium navigaremus anno 1644 die 23. Decembris, vidimus fulgetrum sine tonitru ad plagam Est-Nordest, seu ut vocant Græcolevante, Navarchus prædixit ventum validum ab ea plaga, qui de facto intra horam irruit, & per tres hebdomadas perduravit, quare si quæ facta est hujus materiæ rarefactio, à sole non fuit cum de nocte inceperit.

3. Videntur omnes venti vehementiores originem ducere ab aliqua inflammatione, quæ in aliquo sit similis inflammationi pulveris.

Dico 4. In ea hypothesi quæ vult vapores ascendere, eò quod particulis aquæ adjungantur particulæ ignis, ita ut fiat aggregatum in specie levius aëre, in ea inquam opinione assero facilè explicari, quomodo post pluvias generentur venti, nempe eò quòd dum vapor in aquam recidit, ab ea separentur particulæ exhalationis, quæ liberæ agitantur, & per agitationem distrahuntur ab invicem, & rarescunt.

Nonnulli volunt solam rarefactionem aëris ventum producere, eò quòd aër rarefactus alteri ipsi incumbenti & graviori cedat, id quidem crediderim, non tamen ut generetur ventus, sed aër rarior ascendat, gravior descendat, ut videmus accidere in liquidis diversæ gravitatis. Secundò aër ita parum rarescit, quia jam multùm rarus est ex sua natura, ut hæc rarefactio vix possit ventum efficere.

Non possum quin referam Gassendi opinionem circa generationem ventorum. Vult enim ad eam tam vaporem, quam exhalationem concurrere, vaporem se habere quasi per modum materiæ, exhalationem per modum formæ, hanc autem exhalationem ex salibus componit, vultque tantum ventorum impetum ex salibus oriri, qui cum irrequieti sint, ut probat ex eo quod etiam vasa terrea permeent, præcipuè vero nitrum, quod supra prunas positum agitationem concipit, & in flammam abit. Quare spiritus salium præcipuè vero nitri, ubi libertatem nacti sunt aërem commovent, & quamvis initio motum lentum habeant, moventur tamen, & cum continuò urgeantur, motum concitatissimum concipiunt, præcipuè si confertiora sint hujusmodi corpuscula; quare vapor excipit exhalationem eamque in partes minutiores dividit, ut aqua partes calcis exolvit, atque ita agitantur, & ventum cient.

Dico ultimò probabile esse causam ventorum, esse heterogeneam seu compositam ex diversæ speciei halitibus, metallicis præsertim nitrosis, & mercurialibus, cum vapore crassiore admixtis. Ideoque cum nives resolvuntur dum exsiccantur stagnantes aquæ, tunc maximè vigent venti, sicut præ cæteris anni tempestatibus vere, & autumno. Prognosticaque ventorum ab exhalatione petuntur. Procellæ item ut plurimum incipiunt in locis in quibus sunt fodinæ, ut in montibus.

Venti nonnulli ex interioribus terræ visceribus erumpunt, generantur autem dum innatus terræ calor metalla, mineralia, immò & vegetabilia coquit, hoc est maximam nitralium, mercurialium aliorumque volatilium salium copiam educit, qui spiritus si intra cavitatem aliquam coeant, ibique circumposito frigore addensati fermententur, tunc seipsis rarefiunt aëremque circumpositum propellunt, coguntque per spiracula, & angustiores meatus egredi. Hujus modi ventum nonnulla antra & putei continuò expirant.

Quod in hujusmodi caveruis facilè concipimus, in aëre cogitare possumus, sive in hac infima regione in qua regionariæ illæ & leniores auræ nascuntur. Sicut ros & pruina apud nos formantur antequam in nubem coalescant, tales sunt venti qui nascuntur circa auroram, circa flumina & aquas. In media verò regione vehementiores & diuturniores venti nascuntur; præcipua enim ventorum prognostica ex alto petuntur. Sæpe enim jam in alto commotionem notamus antequam ad nos perveniat, ita stellas cadentes seu sagittantes solito crebriores observamus, murmurque insolitum percipimus. Potest igitur principium productivum motus ventorum assignari fermentatio, seu concoctio heterogeneorum spirituum, quæ fit dum acriores calidioresque spiritus, à circumposito frigido coadunantur, mutuaque conjunctione auctis viribus calefiunt, rarefiunt, aëremque propellunt. Accidet autem necessariò fermentatio quoties ignei, acidi, corrosivique halitus, circumposito corpore frigido coercentur, nam hac unione partium incalescunt, & tandem rarefiunt, & erumpunt, cujus exemplum luculentum habemus in fermentatione panis, & in multis aliis chymicis operationibus; ita ut fermentatio apud

ipsos tanquam unum ex præcipuis artis suæ principiis habeatur.

Nonnulli volunt hunc motum quasi ad centrum ea circumposito frigore coercente, & ad circumferentiam per calorem alternatim per intervalla sibi invicem succedere, nempe nitrales spiritus dum dilatantur, ab invicem dissilire, partim vero à circumposito frigore rursus coerceri, & ad centrum compingi, ita ut ex alternata contractionis, & diffusionis vicissitudine oriatur illa interruptio, qua per vices ventus spiret. Sed licet causa motum in vento producens continuo cursu fluminis instar erumperet, in aëre tamen hanc alternationem produceret, ut explicabo postea.

Hæc ratio explicandi productionem ventorum primò in eo videtur commoda quod rarefactionem aliunde, quam à sole petat, cum de facto ventos oriri videamus tam de nocte, quam de die. Dat item rationem cur eum media æstate, & media hyeme venti non adeo sæviant, cur in locis calidioribus, æquabilique & perpetuo calore ferventibus, venti vehementiores non spirent, tam enim nimium frigus, quam nimius calor fermentationem impediunt.

COROLLARIUM.

Ex his concludere potes solem non esse causam immediatam ventorum, sed solum mediatam dum exhalationem, & vaporem educit, aut dum confert ad eorumdem rarefactionem. Hinc rationem reddes cur venti boreales & Aostrales cæteris sint frequentiores, quia nempe mutationes præcipuæ quæ accidunt in frigore, & calore, sequuntur latitudinem terræ.

Potest recenseri inter causas ventorum maris commotio, multi enim asserunt maris ebullitionem, & spirituum eruptionem sæpe paulò ante ventum notari, dicendum igitur foret ex mari erumpentes spiritus etiam aërem commovere.

PROPOSITIO XIV.

Physica.

Plurimæ quæstiones circa ventum.

Quæritur cur hyeme mare sit procellosum, Ita ut nunquam ferè cessent venti, æstate verò sæpe sit maxima tranquillitas. Saltem hoc experimur in zonis temperatis ut in toto mediterraneo mari, hyeme vix unquam cessat ventus, æstate verò tranquillitas per plures dies perduret, unde triremes hyeme vix se audent mari committere.

Certum est vapores, & exhalationes hyeme viciniores esse telluri nec ita in altum evehi, sicut æstate, quare vel minima mutatio apud nos ventum producet, quæ in nubibus tantum contigisset, si altiores essent nubes. Secundò Hyeme plures sunt vapores apud nos ut patet experientia in iis præcipuè regionibus quæ nunquam summo frigore rigescunt. 3. Venti mediterranei maris causas peculiares habent. Mons Athlas Lybicum efficit; Montes Armeniæ Græcum seu Nordest; Alpes & Appeninus Boream, & Pyrenei magistralem seu Norouest.

2. In genere dicere possumus ventum nec calidum, nec frigidum esse, sed tantum spiritus calidos, aut frigidos regionum quas percurrit secum deferre. Venti meridionales calidi sunt eò quòd ea zona torrida veniant, arentiaque Africæ loca percurrant. Boreales venti communiter frigidi sunt. Smirnis tamen æstate Aquilo calidissimus est, eò quòd Arenosam Troados regionem prius percurrat. Venti marini æstate subfrigidiusculi sunt, si nempe cum aëre æstivo & calente comparentur. Hyeme verò calidi, eò quòd multos spiritus secum ferant. Ventus Orientalis ad oram Orientalem Americæ subfrigidus est, eò quòd marinus sit, in ora Occidentali Africæ calidus, quod sit terrestris.

3. Quæritur cur ventus præcipuè verò Auster interruptis vicibus spiret; nonnulli exemplum afferunt ampullam plenam aqua, quæ non continuo fluxu, eam profundit, sed alternatim aërem admittit, puto tamen hanc operationem non multum ad institutum conferre. Alia in exhalationum fermentatione reciprocum motum ad centrum, & à centro reciprocationem agnoscunt, quam tamen non ita facilè probant. Ergo magis appositum exemplum proponam. Solent artifices qui organa Pythaulica construunt, quam maximè possunt folles machinæ admovere, arculamque minimè capacem efficere, ne si canales spiritum seu ventum deferentes longiores sint, non uno perennique cursu aërem subministrent; sed per interruptas vices. Ratio quia tune aër ex follibus erumpens tantum aërem ante se positum propellere facilè non possit, potiusque addensetur, quam currat, atque adeò per vices condensetur & fluat; hunc autem defectum facilè in fistularum sono deprehendimus, cum eidem tono non insistant, sed nonnunquam altius evehantur, & per vices gravius insonent.

Ad secundum quæsitum cum boreas sit frigidior quam Auster, validior est & firmior, minus etiam comprimitur, quare uniformius spirat, fluctusque minores attollit, adde quod ex locis vicinioribus ad nos veniat. Adde quod totas suas vires ab initio exerat, nec vires acquirat eundo, quia frigore suo telluris poros occludit, exhalationibus exitum denegat. Auster è contra cum tempore suo telluris poros aperiat, novis exhalationibus augetur.

Boreas communiter serenitatem inducit, Auster caliginem & pluvias, quod tamen ea variis circumstantiis, atque adeo universaliter verum non est. Nobis tamen Auster humidus est, quod ex zona torrida veniat plurimasque exhalationes, & vapores secum vehat.

Boreas nocturnus non diu spirat, quia cum communiter boreas ex liquatis nivibus ortum habeat, si nocturnus sit, ex accidente tantum oriatur, atque adeo diuturnus non erit.

Dici item potest Austrum nocturnum, cum à longè veniat, de die incepisse.

PROPOSITIO XV.

Physica.

De ventis provincialibus.

Ventos provinciales eos voco, qui in particulari aliqua regione spirantes, non longius evagantur, sed brevi spatio coërcentur. Eorum originem ex variis circumstantiis petere debemus, nempe ex vallium, aut sinuum flexu, montium jugis,

gis, cavernarum receptaculis, fontium scaturiginibus. Nempe in vallium angustiis vapores ita constringuntur, ut in ventum erumpant. Secundò montes ulterius progressuros ventos in unam partem detorquent. Pariter inter montium angustias ventus vehementior, ut aqua sub pontibus celerius decurrit. Ita in Alpibus in monte Cenisio tam vehemens procella oritur, ut nulla fœdior in mari sæviat.

Ex cavernis sæpe pestilens halitus expirat, ut in regno Neapolitano specus Canis celebris est, cujus sulphureus halitus non attollitur ultra unum pedem, ideoque canes enecet, homines ut pote altiores non attingat. Ad hos provinciales eos revocamus qui post pluvias oriuntur. In ligustico mari sævit lybicus, ex proximo Athlante, in Archipelago Syrius ex Libano.

In zona torrida perpetuus fere spirat subsolanus, in zonis verò temperatis major est varietas, cùm enim in iis major sit caloris & frigoris vicissitudo, major etiam erit ventorum inconstantia.

In torrida frequentiores sunt procellæ, quia nempe à spiritu inflammato & rarefactione subita oriuntur, quæ à calore vehementi oritur.

Adde quod halitus ex locis arentibus educti ferventiores sint.

PROPOSITIO XVI.

Physica.

De Procellis, & tempestatibus.

Repentinos seu procellosos ventos in fulminum classem retulit Aristoteles, eò quòd simili ferè modo generentur. Quatuor communiter eorum species recenset, nempe Echnephiam, Exhydrian, Typhonem, & Præsteram. Ne autem ullus dubitationi locus relinquatur, notandum est quemcumque ventum vehementiorem in mari procellosum censeri eò quòd in ordine ad naufragia idem præstet, ac recensiti, quamvis ejus origo à communium ventorum productione non discrepat, ab eaque tantum secundùm magis & minus differat. Echnephias communiter ita describitur, Exhalatio copiosa ferè tota simul ex nobibus excussa, sine gyro, & inflammatione.

Dico primò Echnophiam ita posse generari, Exhalatio intra vaporem inclusa, dum fermentatur, & frigidiore vapore coërcita adunatur, si de repente rarefiat, nubemque seu vaporem magna vi impellat, vocabitur Echnephias. Si talis exhalatio spiritu sulphoreo, & facilè inflammabili generetur in tonitrua, & coruscationes accenditur,

Seneca egregie Echnephiam describit, *Cum magna* (inquit) *inæqualitas & dissimilitudo corporum, quæ terrenus vapor emittit in sublime eat, & alia ex his corporibus sicca sint, alia humida; ex tanta discordia corporum inter se pugnantium, cum in unum conglobata fuerint, verisimile est quasdam cavas fieri nubes, & intervalla inter ipsas fieri fistulosa, & in modum tibiæ angusta. His intervallis tenuis includitur spiritus qui majus desiderat spatium, cumque everberatus cursu parum libero incaluit, & ob hoc amplior fit, scindit cingentia, & erumpit in ventum.*

Nonnulli Echnephiam produci volunt, quoties ventus in ventum irruit nempe superior inferiorem impellit, & deorsum urget.

Tales Echoephiæ in Athlantiel maris ea parte quæ inter Brasiliam & Africam interjacet, præsertim ad Promontorium Bonæ spei, ad terram di Natal, ad Guineam, & etiam ut audivi in Adriatico mari. Nempe cœlo sereno nubecula, & interdum plures nubes atræ, & nigræ coire, & augeri videntur è quibus statim prorumpit ventus, qui si in expansa vela impingat, navim demergit. Quare statim complicantur vela, donec primus impetus qui solus periculosus est resederit. Noto autem ex Masfeio, hujusmodi Echnephiam alterius venti diuturnioris esse præcursorem. Promontorio Bonæ spei mons aliquis adjacet, non in apicem desinens; sed in planitiem exporrectus, quam nautæ propterea mensam vocant. Cœlo sereno nubecula ex ea erumpit, quæ propter parvitatem oculus bovis dicitur, hæc augetur mensamque sternit, tum periculosus ex ea Echnephias erumpit.

In Delphinatu mons est, in cujus vertice lacus, è quo omnes illius oræ procellæ ducunt originem. Universaliter ergo quoties fit mutatio, aut unius anni tempestatis, in aliam, aut unius venti in alium, vapores aut exhalationes intercurrentes, aliquam vim & patiuntur, & inferunt.

Procella quæ Exhydrias dicitur, à superiori differt, quod præterea pluviam & aquam impellat. Id autem accidere videtur, quoties exhalatio intra vaporem proximè in aquam mutandum includitur, ideoque à nonnullis vocatur fulmen aqueum. Ex eo forsitan nata est communis opinio, aquam maris à nobibus attolli, & exsugi, eodem modo quo in syphonibus communibus, aut in Archimedis spira aqua ascendit. Vidimos enim aliquando nubeculas, quæ quasi oblongo collo è sublimi maris superficiem attingerent: ab his nubibus aquam maris attrahi existimant nautæ, & sæpè sortilegiis, & incantationibus utuntur, ut hanc pestem à navibus avertant. Cum tamen nullus author alicujus nominis de iis loquatur, nullumque appareat hujus ascensus aquæ principium, inter fabulas hunc effectum referam: quamvis ego ipse tales nubes aliquando viderim, & telescopio spectarim, si forte aliquod ascendentis, aut relabentis aquæ appareret indicium.

Typho duplicem habet significationem. Aliquando enim sumitur pro vento vehementiori, circulariter decurrente, quod duobus tantum modis accidere existimo, vel quia in alium ventum obliquè incurrit, à quo in orbem agitur, vel quia in promontorium, aut montem illisus reflectitur, ut in angulis ædium sæpè accidere videmus.

Nonnulli ad Typhonem Ouraganum revocant, quamvis sit omnino dissimilis. Frequens est in Orientali Oceano, In mari Sian, Chinensi, & Japonico, in Mexicano sinu. Is ex Occidentali plaga erumpens spatio 20 horarum, ab omnibus horizontis plagis spirat. Cumque fluctus modo in unam partem, modo in aliam impellat, hic arietantes in se invicem certam navibus perniciem afferunt. Autumno præcipuè hæc pestis furit.

Prudentiores Navarchi hæc maria fugiunt, Ita vidimus Hollandicæ Classis Præfectum Rnyter cum anno 1674 in Insulas Antillas ditionis Galliæ excursionem fecisset; post ingentem acceptam suorum militum cladem, cum nullum portum occupare potuisset, non est ausus longiorem in hoc mari facere moram, ne autumno adventante totam classem Ouraganis exponeret. Hæc tempestas videtur esse conflictus borealium, & australium,

lium, qui viciſſim per intervalla ſpirent, & à contrariis cohibeantur. Inter procellas communiter Præſterem recenſent, qui licet venti impetum habeat, accenſionem tamen dicat. Differt autem à fulmine, quod fulmen modicam, præſter majorem accenſionem importet, quæ fortitan non in ipſa nube, ſed prope terram contingat. Quia tamen nullum audivi qui talem procellam viderit, nihil dicam ulterius.

PROPOSITIO XVII.

Phyſica.

De Eteſiis ſeu anniverſariis ventis.

Anniverſarii venti à Græca voce ἔτος annus, Eteſiæ dicuntur. In Græcia Eteſiæ à Septentrione, in aliis locis ut in Provincia Eteſiæ ab Occidente ſpirant, *le vent ponenteſque.*

In Gaſconia ab Auſtro, quia nempe Pyrenei ipſis ſunt ad Auſtrum.

Eteſiæ Aquilonares ſunt venti boreales, paulò poſt ſolſtitium æſtivum in toto Archipelago per 40 dies ſpirantes ab hora diei tertia uſque ad noctem, proptereaque ſomniculoſi dicuntur, quod tardius ſurgant.

Cauſa hujuſmodi communiter in ſolutas nives refunditur. Sed movetur difficultas cur initio veris non oriantur, cum fit maxima nivium reſolutio. Aliqui dicunt quod initio veris colliquatio nivis, intra tres aut quatuor dies perficiatur, nempe in Zona temperata, quare non oriuntur hi venti, niſi colliqueſcant illæ glacies induratæ, quæ ſunt in Zona glaciali. Hæc tamen ſolutio non ſatisfacit, quare non puto ex ſolis nivibus ortum ducere, quæ cum in Zona frigida toto die illuminentur toto die colliqueſcerent, ſeu dum noctem habemus. Quare puto cum omnia ferveant in Zona temperata, lenem auram poſt aliquas horas ex Thracia aliiſque locis enaſci poſſe, quæ ſimul cum ſole ponat, eo modo quo diximus in troade ſingulis ferè diebus, ventum Orientalem ſpirare.

In Italia, aliiſque locis vicinis non vigent, eo tempore, eò quòd diſpoſitio montium eos arceat, aliò dirigat, aut ita prohibeat, ut regiones prætervolent.

Nonnulli Eteſiis inundationem Nili tribuunt, ſed malè, cum aliis temporibus ſpirent venti boreales, vehementiores Eteſiis, qui tamen nullam inundationem in Nilo producunt. Conceſſerim quidem ſi quo tempore Nilus inundat, ſpirent Eteſiæ, qui eius aquas remorentur, quod inquam ad majorem inundationem augendam, nonnihil conferant.

Sunt & alii Eteſiæ Auſtrini, imo circiter menſe ante Æquinoctium ſpirantes, eò quòd nix ſi quæ cecidit in Inſula Creta ſolvatur.

In ea parte Oceani quæ inter Africam, & Americam in Zona torrida jacet, boreas ſpirat menſibus Octobri, Novembri & Januario.

Venti Auſtrales ſpirant menſe Julio, ad Promontorium Viride, eſtque illius regionis hiems.

Ad Promontorium Bonæ ſpei menſe Septembri ſpirat ventus Nordeſt.

In India Orientali versùs Patana pluvii menſes ſunt, November, December, Januarius, eſtque tunc hyems.

Ad Inſulam Sumatram motiones, ſeu mutationes accidunt menſe Novembri, & Decembri.

Ad Inſulam Mayo in Azotibus Auſter incipit cum pluviis ſub finem Auguſti.

In regno Congo venti Nord, Nordoueſt, & Oueſt à medio Martio ad Septembrem ſpirant, & à menſe Septembri ad Martium, Sud Sudeſt, Eſt.

In Oceano Orientali, nempe qui inter Africam & Indiam Orientalem interjacet, immò uſque ad Molucas, motio quæ ab Oriente ad Occidentem fluit, incipit menſe Januario; totoſque ſex menſes perſeverat, mutationes quæ accidunt menſe Junio, quo procellæ maximè ſæviunt.

Ad Oram Cochinenſem Noroveſt ſpirat menſe Martio, quo Malacam navigatur.

Ex Malabar in Perſidem, & Arabiam menſibus Januario, Februario & Martio navigandum eſt.

Venti boreales continuò ſpirant in regno Guzarata à Martio ad Septembrem, & Auſtrales à Septembri ad Martium.

Venti Occidentales ponunt ad finem Martii, versùs inſulam Banda, & menſe Aprili mutationes accidunt, & Malaciæ menſe Aprili, Orientales incipiunt menſe Maio.

Circa decimam quartam diem Martii, venti Oueſt, Sudoueſt incipit ad inſulam Ceylam, definitque in Sudoueſt ſub finem ejuſdem menſis, perſeveratque ad Octobrem, quo ipſi ſuccedit Noedeſt ad Martium.

A Mozambico ad lineam uſque Sudeſt ſpirat menſibus Maio, & Junio & Sud Sudoueſt à linea Goam uſque.

In ſecundo gradu latitudinis borealis ad Oram Guineæ à 20 Aprilis ad 5 Maii in alto mari Spirat Sudeſt.

A decima quinta Aprilis ad finem Maii ventus Nord, vel Norouest ſpirat in Inſula Madagaſcar, & Sud Sudoueſt Februario, & Martio, venti Nord & Nordeſt ſpirant Martio & Aprili inter inſulam Magdagaſcar, & Africam.

In Oceano Bengalico ventus Sudeſt vehementius ſpirat à 20 Aprilis, ſed antecedit Nordoueſt, vel Sudoueſt.

Navigatio Malaca Macaum inſtituitur Septembri, Octobri, Novembri quibus ſpirant Sud, Sudoueſt, & Sudeſt. Ventus Occidentalis ſpirat menſe Junio, & Julio prope Chinam.

Ad initium Maii ventus Oueſt ſpirat ad inſulam Java, propitius ut in Sinas navigetur.

Menſibus Junio, & Julio ventus Orientalis adſpirat navigantibus à China ad Japoniam.

Menſe verò Februario & Martio navigatur ex Japonia Macaum; venti enim Eſt & Nordeſt eo tempore ſpirant.

Navigantibus ex China, aut Philippinis ad Mexicum, aut Indias Orientales adſpirant venti Oueſt, & Sudoueſt menſe Junio, Julio & Auguſto hi venti lenes ſunt, versùs plenilunia vehementiores ſunt. Vitanda eſt Zona torrida.

Inter Japonas & Liampo ventus Occidentalis ferè continuus eſt, ad oram verò Occidentalem novæ Hiſpaniæ in mari Pacifico venti terreſtres de nocte ſpirant, marini vero de die.

Quicumque navigationem inſtituit, debet diligenter inquirere de ſtatis regionum ventis, & diaria revolvere. Id enim utiliſſimum eſt naucleto.

PROPOSITIO XVIII.

Tempus variis navigationibus aptum.

Ut ex Lusitania Goam eatur à 4 Aprilis ad 12 solvendum est, ut perveniatur Septembri mense. Hollandi solvunt initio Maii.

Idem ut Jocatrâ redeant in Hollandiam proficiscuntur circa Natalitia, satius est proficisci initio Martii, ad vitandas malacias.

Cavendum est ne fluxus maris navim abripiat ad littora Guineæ, nam plaga hæc morbos generat, si quæ alia in toto orbe.

Reditus inchoandus est Decembri, aut initio Januarii, ad superandum promontorium initio Maii.

Dispenses ut ad Mare Rubrum navigent, initio Januarii proficiscuntur.

Ut eant in Groenlandiam ad piscationem Cætorum eunt mense Martio, redeunt Octobri. Ut eant ad promontorium Nord in America, proficiscuntur sub finem Martii, redire incipiunt mense Augusto.

Ad eundum Ormusia Goam, proficiscendum aut 15 Aprilis, vel 25 Dec. Goa Malacam proficiscendum à 15 ad finem Septembris. Ut venias Malacam sub finem Octobris.

Malaca Goam decimo Februarii, qui proficisceretur mense Maio non appelleret Goam.

Ex Japonia in Indiam Octobri.

Ex Japonia Sinas mense Martio.

Goa aut Cochino in Japoniam sub finem Aprilis, eundumque prius Malacam, expectandique Mousonii. Malaca Macaum expectandi alii venti. Eundo redeundo impenduntur fere tres anni.

Cochino in Lusitaniam Januario, & Februario.

Hispali in Indias Occidentales Aprili. Reditus Septembri.

Ex Gallia ad Canadam sub æquinoctium vernum. Reditus mense Septembri.

Ad eundum Spisbereh Hollandi profecti sunt 18 Maii.

Ad eundum ad Insulas promont. Viridis, potest legi littus Africæ, immo & singulis noctibus potest demitti anchora, omnia enim promontoria sunt satis secura.

Quod pertinet ad Indias Orientales, quia hyems incipit sub finem Aprilis, saltem à Cambaya ad promontorium Commotini & multum pluit, ita ut pluviæ ad ostia fluviorum arenam defetant, obstruuntur omnino. Adde quod pluvia cordas omnes putrefaciat, & corrumpat. A promotorio autem Commotini æstas est, dum Goæ est hyems.

Gallia ad Brasiliam aut Mexicum descendendum est secundùm littus Africæ, usque ad tropicum, ubi invenitur ventus Orientalis ferè perpetuus. In reditu autem ascendendum secundùm littus Americæ, ad 35 gradum elevationis borealis.

Ex Nova Hispania ad Philippinas descendendum usque ad 10 latitudinis australis gradum, ad inveniendum ventum Orientalem.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Signa mutationis temporis.

Quoties cœlum serenum, rubeum est; portendit ventum.

Dum cœlum serenum est ad plagam Orientalem, nec tamen incaluerit, signum est serenitatis in sequentem diem.

Si ante solis ortum, videntur ex parte Orientali, nubes raræ, signum est venti.

Si ante solis ortum apparent ex parte Orientali nubes densæ, & rubeæ; signum est pluviæ, & quò densiores erunt nubes, hoc signum minus fallet.

Si sol oriens, aut occidens splendorem clarum habeat, signum est serenitatis pro toto die, aut nocte. Si verò solis orientis, aut occidentis discus fuerit discolor, aut rubeus, portendit ventum.

Sol oriens pallidus tempestatem indicat.

Dum sol oritur, si nubes ad Occidentem feruntur signum est serenitatis.

Si ante solis ortum videantur ejus radii, signum est pluviæ & motus maris.

Si radii solares in ejus ortu non splendeant, nec tamen solem nubes ambiant, signum est pluviæ.

Si solis discus duplicem ostendat rotunditatem, tempestatem vehementem infallibiliter indicat.

Si sol oriens, medium tantum discum ostendat, signum est venti orientalis.

Si ad plagam Occidentalem nubes rubeæ fuerint; signum est serenitatis in sequentem diem, si virides fuerint & inflammatæ pluviam, si nigræ, & rubeæ fuerint pluviam & ventum.

Si ad plagam Occidentalem videatur circulus subalbicans, tempestatem indicat in sequentem noctem.

Si Luna oriens splendida fuerit, signum est serenitatis.

Si rubet ventum indicat, si obscura est pluviam, si ruborem admixtum habet, obscuritati tempestatem portendet.

Si Luna nova tantum quarto die appatet, pluviam, & tempestates in totum mensem portendit.

Cum Lunæ discus splendidus erit, serenitatem indicabit.

Si quarto die Luna non rubuerit, nec cornua obtusa habeat, maris tranquillitatem cum serenitate denotabit.

Si eodem die acuta habuerit cornua & sine maculis fuerit, signum erit totum mensem pluviosum non fore.

Si 16 lumen Lunare flammeum fuerit; signum erit tempestatis.

Si splendeat serenitatis.

Si rubeat venti.

Si obscura fuerit pluviæ.

Si nubibus circumdata fuerit; ventum indicabit ex eâ parte, quâ ex nubibus egredietur.

Si duo circuli Lunam plenam ambiant; timenda est tempestas, multò magis si, tres etiam si torrupti esser.

Luna nova periculosa est navigantibus, timent nonnulli quintum & sextum, quia plerumque illis diebus tempestates accidunt.

Notandus est ventus qui spirat in novilunio, si enim perseveret usque ad tertium diem; perseverabit

verabit usque ad 12. idem erit de plenilunio, si enim ventus qui spirat in plenilunio ad 18 diem perseveret, ad 27 usque spirabit, sed si detur alius ventus intermedius, alternis vicibus spirabunt; pluries tamen qui tertio die, Idem dicendum de pluvia, & serenitate.

Si stellæ de repente splendorem amittant nec tamen nubes appareant, signum est tempestatis.

Si nonnullæ stellæ solito majores appareant, signum erit venti ab ea plaga spirantis.

Quoties stellæ multæ cadunt, signum est venti.

Cum plurimæ stellæ hoc modo feruntur, si in eandem partem moveantur venti ab ea plaga spirabunt, in quam feruntur, si verò nulla lege moveantur inconstantem ventum indicabunt.

Dum nubes in vertice montium adunantur, signum est tempestatis.

Si dum nullæ sunt nubes in vertice montium, manè audiuntur tonitrua; signum est venti, meridie pluviæ.

Cum nubes ex montibus in valles descendent signum est serenitatis.

Dum videntur duæ Irides signum est pluviæ.

Sola Iris, à parte meridionali magnam pluviam, ad orientem serenitatem, ad occidentem tonitrua, & pluviam.

Dum æstate tonitrua majora sunt fulgetris, indicant ventum ab ea parte quâ tonat, si è contra fulgetra majora sint tonitru, pluviam.

Quando cœlum serenum tantum ad occidentem, sequenti die pluvia erit.

Si fulgetra videntur tantum ad plagam septentrionalem, signum est venti.

Si ad meridionalem, signum erit venti, & pluviæ ab ea parte.

Dum flamma ignis pallida erit, funditurque cum murmure, signum erit tempestatis.

Cum flamma lucernæ scintillabit, signum erit venti Australis & pluviæ.

Dum flamma lucernæ non ascendet rectà, signum erit venti, & pluviæ.

Prunæ ardentiores solito, ventum significant.

Dum tempore pluvio, flamma lucernæ quieta erit, sine scintillis, signum erit serenitatis.

Cum Ellychnium lucernæ optimo oleo instructæ, clavum, seu fungum efficiet signum erit pluviæ.

Cum æstate manè, & vesperi; hyeme verò, quocumque tempore, solito incaluerit, signum erit pluviæ.

Dum mari tranquillo audietur murmur aliquod, signum est tempestatis.

Pariter dum mari tranquillo videbitur pluribus in locis spuma; signum erit tempestatis diuturnæ. Idem dicendum dum videbuntur bullæ, vel assurget identidem mare, vel magnos ad petras sonitus, magni erunt venti.

Dum fluctus maris æquabiles, & longos arenæ tractus formabit, expectanda pluvia.

Dum mare nigrescet signum est pluviæ.

Dum in portu tranquillo audietur murmur, indicat ventum.

Dum silices humidi erunt indicabunt pluviam, ante tertium diem futuram, idem dicendum de parietibus, de sale.

Quando aves aquaticæ super aquas jocantur, signum erit pluviæ, & tempestatis.

Quando Galli & Gallinæ in pulvere volutantur, pluviam portendunt.

Si unum in locum congregantur, signum erit pluviæ copiosæ, non tamen diuturnæ.

Cum muscæ, pulices pungunt, ardentius, & frequentius solito, signum est pluviæ.

Cum formicæ ova sua extrahunt ut ad altius foramen deferant, signum erit pluviæ, è contra si è foramine altiori, ad humilius transvectent, signum erit serenitatis.

Dum talpæ frequentius solito solum impellunt & attollunt; signum est pluviæ.

Cum oves & capræ ad pastum sunt ardentiores, ita ut non sine renisu ad caules tegrediantur; signum est tempestatis.

Dum ranæ coaxant ultra modum, signum est pluviæ.

Dum bos mordet anteriorem pedem, signum est tempestatis.

Dum Asinos movet caput & aures nisi à muscis id procedat, intra 24 horas adeşit pluvia.

Dum passerculi se inclamant; signum est pluviæ, aut mutationis venti.

Dum canes volutantur, & pedibus anterioribus scalpunt, nisi sint canes venatici signum erit tempestatis.

Boreas exsiccat, & Australes humectant, quoties igitur pedes sudant, vel vulnerata membra dolent, indicatur Auster.

Cum campanæ sonus est acutior, & à longe auditur, nec tamen à vento oritur, signum est pluviæ.

Dum manus sunt asperiores solitum est signum pluviæ.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

De vi qua ventus naves impellit.

Satis superque nota videtur esse vis illa, qua ventus naves impellit, nempe ventus in Carbasa incurrens, navim etiam in aquis natantem, & mobilem impellit. Video tamen nonnullos in te valde facili malè ratiocinati, qui volunt ideo ventum majores vires habere, quod per poros telæ sese insinuet, atque adeo existimant, quod vela si cera obducerentur, aut ex panno fierent, essent ad navigationem inepta, & propter eandem rationem quod vela madida ineptiora sint; quam sicca. Qui talia scribunt id ex suo sensu, nulla nixi experientia scribunt. Certum enim est telam crassiorem ad conficienda carbasa aptiorem esse, non tantum ad firmitatem, sed etiam ut consertior evadat, ideoque in multis locis adhibetur tela mixta ex cannabe, & gossipio; ubi vero satis crassa non est, duplex adhibetur, ut notavi in navi Anglica, quæ ideo socias longo intervallo antecedebat, quod velum majus duplici tela constaret.

Solent item Provinciales nautæ dum pyratas fugiunt, madefacere vela, ut poros obstruant, velociusque currant.

Quod verò dicunt nonnulli ventum per poros velocius currere, id quidem crediderim, sed non propterea majorem impulsum efficere, immò verò minorem.

PROPO

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Velificatio.

Constat experientiâ, quò altiora sunt vela, hoc est, quò Antenna magis attollitur in malo, eò cursum navigii, velociorem esse, atque adeò majores esse vires ejusdem venti, incurrentis in carbasa altiora quàm in demissiora; unde prima quæstio decidenda erit, an id proveniat ratione vectis, an ex alio accidenti.

Assero igitur altioribus velis ventum potentiorem esse ad inclinandam & evertendam navim, quia aqua cui navis innititur, habet rationem hypomoclii, malus rationem vectis, ventus potentiæ; navis secundùm eam partem quæ attollitur, dum alia deprimitur rationem ponderis: neque video ullam difficultatem, nam in hoc motu inclinationis, quò longior est malus, aut vela magis attolluntur, eò potentia scilicèt ventus in vela impingens, magis movetur, & majus spatium emetitur, eâdem navigii inclinatione perseverante. Nam exactè observatur principium commune, & universale, augmenti potentiæ, quod plus movetur, plus movet seu majores habet vires ad movendum.

At verò respectu motûs, quò currit navigium, non videtur observari ratio vectis, neque enim si duplò sint altiora vela, ventus propterea duplò majores habent vires. Ratio hujus rei est, quia tunc tantùm observatur ratio vectis quæ augeat vires potentiæ, quando augetur illius motus supra motum ponderis, sed ventus impingens in malum, tantumdem movetur quantùm navigium, in quâcumque mali parte statuantur vela; igitur ex eo capite, non augentur eius vires. Neque enim recurrendum esset ad excessum circuli majoris, quem circa centrum mundi describit, supra circulum à navi descriptum, hic enim excessus ita parvus est, ut illius nulla ratio sit habenda. Quod explico alio exemplo. In medio currûs excitetur malus, trahaturque ab equis currus ex diversis partibus illius mali, haud dubiè in ordine ad disjiciendum & evertendum currum, major erit equorum virtus, quò funis altiori mali parti annexus erit, in ordine autem ad trahendum currum, non fient poteotiores equi, quia semper æquale cum curru iter conficiunt, si enim aliter res se haberet, haud dubiè, currus omnes malo instruendi essent, ut uno equo possent trahi; etiam dum cogimur tres, aut quatuor adhibere.

Alia igitur causa quærenda est, nempe ventus tenui licèt aura constans, aliquam tamen partium unionem, aut contiguitatem habet, ita ut si alicubi sistatur, vicinæ partes nonnihil de suo motu deperdant, & quæ erunt remotiores, minùs etiam de sua celeritate remittent. Cum igitur ventus incurrat in maris superficiem quietam & difficile mobilem, sistitur aliquantulum eius celeritas, unde remotiores à mari partes, minùs sistentur. Adde quod omnis motus impressus rectus est, ex quo fit ut maris protuberantia, (nam etiam in orbem flectitur eius superficies ut diximus) facit ἀντωπίμιον, seu bonassam, hoc est impedit motum illum directum. Ventus igitur, quò erit altior, eò celeriùs feretur, & consequenter majorem impetum imprimet, & hanc nautæ rationem afferunt, nempe altiora vela ventum excipere meliorem quod voce Gallicâ meliùs sonat, *le Vent plus frais.*

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

An ventus posticus obliquo sit optabilior.

Quicumque per aliquos dies in mari navigaverit, notaverit etiam non tantum vento à puppi flante, seu vento omninò prupitio, quem hic vocabimus posticum, iter peragi posse, sed etiam ventis obliquis ut plurimum utendum esse, vocant Galli, *Vent de derriere*, alii verò valde obliqui dicuntur, *Vent de quartier.* Quæritur ergo an optabilius sit ventum posticum habere, quam tantisper obliquum. Cui quæsito ut satisfaciam distinguendum puto, vel enim navigium unico malo instructum est, vel pluribus: si unico, ventus posticus cæteris paribus erit optabilior, faciliusque aquam dividet, eò quod directè navigium impellat.

Si verò pluribus malis instructa sit navis, ut sūt cōmuniter, longiores quæ quatuor habent, nempe decem vela, tria in quolibet malo medio, & duo in quolibet extremo, & nonnunquam 14. cùm vela non possint ita constitui, quin aliqua jaceant in directum, cum aliis, secundùm navis longitudinem dum ventus erit omnino posticus, prima quidem vento exposita, eum excipiunt; sed reliquis in prora positis ita suffurabuntur ventum ut ioaneant affixa malo, sintque inutilia. Et dicuntur ea vela malum verberare, *les voiles battent*, eò quòd identidem malum succutiant. Vento verò tantisper obliquo, vela omnia distenduntur & operantur, & longior venti tractus io vela incurrit, optabilior igitur est ventus distans à postico gradibus 45, quam posticus ipse proptet rationem allatam.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Quot venti obliqui sint utiles.

Mirabile videtur ut duæ naves eodem vento, in oppositas partes ferantur, & in se invicem incurrant, ita ut flante verbi gratiâ borea navis una in Orientem, altera in Occidentem plenis velis decurrat. Narratur de Andrea de Auria, qui cum in lacu majori vento obliquo navigaret, tantam nautis hujus lacus, qui vento tantum postico uti consueverant sui admirationem movit, ut magus habitus sit. Id autem modò explicandum suscipio.

Suppono primò cum tota difficultas, quæ in motu navi imprimendo occurrit, ex aquæ resistentia oriatur, facilius impelletur, si directè secundùm lineam à puppi ad proram movenda sit, quam si transversaliter cursum inire cogatur; ejus enim figura multùm ad ejus celeritatem confert. Ideo enim rostrata est navis, ejusque latera sensim in orbem inflectuntur, ne in aquam directè incurrant, sed eam leniter ad latera detorqueant. Multò difficilius movebitur, si transversim, & secundùm

secundùm suam latitudinem impellatur, eò quòd ad majorem divisionem majoremque circulationem cogenda sit aqua; si enim figura tantum potest in hac materia, ut propterea nonnullæ naves eodem tempore, & vento duplum spatium emetiantur, leotè admodum movebuntur quæ transversalem motum efficient.

Notandum item naves nimium planas, & quæ longitudine convenienti carent, ut Saiquæ Turcicæ, vento obliquo omnino obsequi, ita ut nullo vento resistant; sed facilè abripiantur.



Dico ergo navim bene compositam uti posse 22. plagis, seu Rumbis, ita ut 9 aut 10 ex triginta duobus illi evadant inutiles. Supponatur enim navis A ad boream procedere dico ad hoc ut huic iosistat esse tantum inutiles rumbos à quarta Nordesti cum Est, ad quartam Norovesti cum Ouest, nempe undecim; immò possunt à perito hi rumbi nominati usurpari, ita ut modo ventus à rumbo ad quem dirigitur navis, distet pluribus, quam sex punctis, non erit inutilis. Ratio hujus praxis nititur resistentiæ aquæ motui navis transversali ita ut facilè determinetur ad modum antrorsum. Possunt autem ita carbasa detorqueri, ut cum spina angulum graduum 45 contineant, quare si ventus distet à rumbo pluribus quam 45 gradibus verbi gratiâ 56 gradibus, adhuc in carbasa incidet, & motus obliquus facilè in rectum movebitur. Quo antem major erit difficultas ad motum transversalem hæc mutatio faciliot evadet.

Vidi navim quæ vento literali nullo modo resistebat, sed omninò in latus abripiebatur, hæc tamen adhibita secundaria spina reddita est optima. Ex quibus concludo aberrationem, qua naves obliquè in latus impelluntur multum à figura dependere.

Si ventus fuerit omnino aoticus, non propterea sistendum est, sed per anfractus, & vias obliquas procedendum erit, seligendusque Rhombus proposito maximè vicinus.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Quid agendum in Procellis.

Quoties ventus ingruit vehementior sæviuntque procellæ. Primò altiora carbasa demittuntur, ut sunt Psitaci; si verò augeatur procella, carbasa catchesii, inferiora tantum usurpantur, nempe præcipuum, & myceni. Ingruente magis procella, omnia carbasa complicantur, demittuntur antennæ, & firmiter lateribus navis annectuntur, demittuntur item mali superiores, atque ita navis vento permittitur. Quoties autem fluctus ita attolluntur, ut periculum sit ne puppio dejiciat, obliquatur nonnihil navis, quærendus est aliquis portus, aut statio si occurrat.

Quia tamen molestum est navim fluctibus permittere, optimum esset si velum aliquod, parvum licet, expanderetur, & ne navis longius abriperetur, seu longius iter emetiretur, jaci posset anchora quæ licet fundum non attingeret, navim tamen remoraretur.

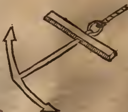
Novum inventum tacitus prætetire non possum. Dominus Case Lugdonensis cum notasset fluctum longe differe ab Euripis, seo currentibus, quod in fluctu aqua tantum attollatur, & deprimatur, ut facilè notare possumus injecto in aquam ligno, quod cum fluctu ita librabitur, ut intra horæ quadrantem vix aliquibus passibus promoveatur. Existimavit quod si in aquam demitteretur in mare antenna suo velo globis æneis ad partes inferiores onusto instructa, ita ut navis secum veheret aquam hoc velo comprehensam, existimavit inquam sistendam fere navim, etiamsi velo uteretur. Cumque id sæpius in naviculis esset expertus unum animadvertit de quo ante non cogitarat, nempe circa navim esse fere tranquillum mare, eò quòd aqua hoc velo contenta, cum vicina contigua non esset, & vim fluctuum infringeret.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

De Anchorarum usu.

Notus est anchorarum usus, ut navis in statione detineatur, & ne vi ventorum abripiatur, quæ etiam in optimis portubus adhibendæ sunt, ne naves, quæ summè mobiles sunt, ad quemlibet minimum auræ flatum in littora illidantur. In alto mari, dum aquæ profunditas 40 aut 50 exapedas superat, anchoræ sunt inutiles, nisi forte ad æquilibrandam navim, neque enim tunc ullum motsum habent, debet enim trahi an-



chora ad aliquam distantiam, quasi per angulum graduum 45 ut infigatur, si enim ex loco ipsi perpendiculariter impendente educatur, motsua eximitur. Anchoræ 4 brachiorum tignum adjonctum non habent, quia ex quomodocumque decidant, uncus aliquis in terram incidit. Anchoræ verò duorum brachiorum tignum seu axem ad planum

plenum brachiorum perpendicularem habent, qui cum horizontalem situm habeat, unum ex uncis ad terram dirigit.

Quamvis dixerim vix jaci anchoram, dum aquæ profunditas major est 40 aut 60 exapedis, scio tamen mioparonem bellicum, classis Gallicæ deprehensum in sinu quem vocant Leonis, seu versùs oram Barcinonensem, cum periculum adiret naufragii, anchoram ad majorem profunditatem, junctis simul duobus, aut tribus rudentibus jecisse. Quo enim longiores sunt rudentes eò melius navim in statione detinent; cum enim longitudine sua cedat vento, antequam tendatur, & vim anchoræ faciat, remittitur vis venti.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Fluvium sine ulla remigatione transmittere.

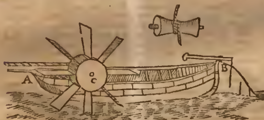
Antequam navigationis difficilioris principia explicarem volui ista præmittere, quæ omni navigationi communia essent, vel quæ ad fluviatilem pertinerent. Et primò occurrit modus facilis transmittendi fluvium sine ulla remigatione, primò tendatur funis ab uno fluminis littore in aliud qui funis sit satis altus, ne descendentibus secundo fluvio naviculis officiat; hic funis inseratur ligno, variis trocleis instructo, ut facilè per funem currere possit. Huic ligno alius innectitur funis, ad quem navicula religatur, non quidem ad proram, sed ad latera, ut figura satis exprimit; in eo enim totum artificium positum est; nempe ut obvertat unum latus flumini; nam hoc pacto aqua impellens latus, naviculam ad ripam transferet, & troclea trahetur à navicula. Cum verò regrediendum erit, ad aliud naviculæ latus funis illigabitur, & ipse fluminis cursus naviculam in alterum littus transferet quod totum nulla aliâ indiget demonstratione.



PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Adverso Fluvio sine velis, sine remis, sine ullâ animalium tractione navigare.



Hæc propositio paradoxa videtur, verissima tamen, & usu & experientiâ comprobata, immò posset addi quò rapidior est fluminis cursus, eò faciliorem fore, adverso fluvio navigationem, vitarique præcipuas difficultates, quæ in navigationibus hujusmodi occurrunt. Communiter enim, qui contra impetum & cursum aquæ feruntur, littora tantum legere coguntur, ubi placidior est aqua, & lentior fluxus, hic autem modus medium semper alveum tenet commodiusque rapidiorem cursum vincit, & superat, & nullos equos adhibet. Quale autem sit emolumentum facilè concipiet, qui quinquaginta, aut sexaginta equos duabus, aut tribus naviculis sale onustis adhibari viderit, cæterarumque expensarum calculum inierit. Modus autem hic erit. Sit navicula quæcumque AB, cui in prora hinc inde æquales addantur rotæ alatæ, in eodem axe, quarum alæ quantum sat est aquæ immergantur: immò possint ita aptari ut demittantur simul cum axe suo, aut attollantur ad libitum ope vectium ad modum pontis efformatorum, axis excavatum. In medio cylindrum habeat, in quo funis tres tantum circumvolutiones faciat: nam quotiescumque hoc modo funis circa cylindrum circumvolvitur, nisi fiat obstaculum, funis currit secundum longitudinem cylindri; at vero si multùm excavatus sit cylindrus, ubi tantisper ex una parte ascenderit funis, seipso relabitur, & identidem per saltus ad imam partem regreditur. Quibus ita constitutis, habeantur duo rudentes validi, ut alternis vicibus, iis uti possimus; unius extremum unum palo, arbori, aut cuicumque alteri rei firmæ alligetur, aliud verò extremum circa cylindrum circumvolvatur. Deducatur

eatur navicula in medium fluminis alveum, ubi rapidissimus est aquæ impetus; sed aqua in totæ alas incurrens, eam circumvolvet, & simul cum ea funem, & naviculam trahet. Quod autem fluvius eam vim habere possit, sic ostenditur. Fluminis impetus, seu resistentia, quam ascensui & motui naviculæ efficit, determinata est & finita; vis autem quam habet idem fluvius prout in alas incurrens, seu ad movendas rotas, augeri potest in infinitum, auctis scilicèt totis. Ergo potest tandem superari omnis resistentia, igitur ascendet navicula, & quò major erit fluminis impetus, eò etiam celerior erit naviculæ ascendentis motus.

Hujus rei experimentum vidimus Lugduni anno 1665, & non tantum experimentum in parva navicula, & vacua sed etiam in majori, & sale onusta. Dominus enim Baro de Graville amicus meus, fuit hujus novi inventi author, & in praxin deduxit. Putavit autem hactenus nemini hoc venisse in mentem; & cum ea de re familiariùs mecum loqueretur, rogavi ut in cubiculum meum ascenderet, obtulique meum manuscriptum, in quo hæc machina descripta erat, quam jam à septem annis, cum publice mathesin prælegerem, scholasticis explicueram. Neque propterea me authorem vendito, nam cum essem novitius audiveram à fratre laico adjutore, talem machinam jam semel à se visam, quæ fato nescio quo perierat. Licèt autem fabricam eius non nisi obscurè indicaret, facilè fuit reliqua excogitare.

Multæ sunt difficultates in praxi superandæ: præcipua fuit nautarum infidelitas. Cum enim utereutur iis qui operas suas in sale deportando locant, ne cessaret alia methodus in qua propter equos quos commodabant, multum lucrabantur, omnem moverunt lapidem ut hæc praxis non succederet.

Secunda difficultas fuit in transportandis rudentibus, & ad hoc duo saltem equi sunt necessarii. Item dum funis motandus est cavendum est ne multùm temporis insumatur; ego quidem sæpe cogitavi quomodo id facillimè præstari posset. Hæc praxis mihi visa est facilis. Sit enim rudens tendens ex palo usque ad navim, habeat in extremitate duas fibulas, unâ poterit alligari firmiter chordâ minori, sed bis aut ter circa palum circumvoluta: cum ergo navicula pervenerit circa palum ut substituatur alius rudens, poterit alligari fibulæ alteri, & hoc modo nullum erit temporis, dispendium.

Tertia difficultas est dum fluvius lentum habet cursum, tunc enim adeo lentè movetur machina ut satiùs sit adhibere animalia; huic malo remedium adhiberi poterit, si ab hominibus ipsis totæ moveantur. Immò essem author ut tunc attollerentur nonnihil rotæ, ne aquam attingerent; si nempe adeo placida est, ut motum rotarum potius retardare quam adjuvare videatur. Hæc praxis ut moveantur rotæ ab hominibus habet etiam hoc commodum, ut si quomodo accidat naviculam vado, & arenis hætere; possit facile nullâ aliâ vi eximi: scio id accidisse semel; cum enim arbori cariosæ annexus esset funis, cessit & confracta est arbor, & navicula per Rhodanum ad unam leucam descudit, donec arenis adhæsit. Interea autem dum quæruntur jumenta, libuit experiri, an vi rotarum educi posset; quare alligato fune obviæ cuicumque arbori, nautæ rotas cœperunt circumvolvere, navimque eduxerunt in medium alveum.

Existimabat prædictus Baro rotas esse nimiùm magnas, in eoque maximum esse temporis dispendium, nam unicâ rotarum circumvolutione, unica etiam tympani seu cylindri circulatio perficitur; unde quò rotæ sunt majores, licèt vires fluminis augeantur, augetur etiam tempus. Videbatur autem Rhodanus habere vires sufficientes ut minori rotâ idem pondus traheret, unde ferè decreverat alias rotas minores construere. Ego tamen illum ab ea mente de duxi, ne novæ sine ratione expensæ fierent: indicavi autem ut potius tympanum augeret quam rotas minueret. Quia hoc additis tantum aliquibus asserculis, sine ullis expensis fieri poterat, ad libitum, & si quidem id succederet, nempe ut totas cum majore tympano Rhodanus circumvolveret, dum nova construenda foret navicula, tunc tandem minores rotas efformaret. Unde moneo ut potiùs latæ sint rotarum alæ, quam magnæ, hoc est ut fluvius ex rotæ latitudine vires augeat, potiùs quàm ex magnitudine, quia magnitudo majus tempus exigit.

Cætera, praxis & usus dabit, præcipuè verò cooperiatur navicula telâ inceratâ, nam dum rudens colligitur, continuò aqua ex eo stillat, & hoc incommodum est inevitable. Habetur quidem alia navicula ad latus, ut in ea rudens colligatur, sed quia nonnihil supra priorem transit, cavendum est ne merces vitiet.

Ne hæc methodus adhibeatur in fluviis quorum cursus lentus est, nihil enim efficiet.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Ab uno fluvio in alium inæqualis superficiei, naviculas trajicere.

Sæpè evenire potest, ut commercii causâ, duo fluvii, inæqualis libellæ, debeant conjungi, nec tamen unus in alium influere, quia qui altior est priorem alveum desereret, longè lateque per campos exundaret; conservandus igitur utrique suus alveus, unde muro firmissimo separandi sunt ab invicem ne misceantur. Quæstio igitur est, quomodo naves ab uno in alium fluvium transvehi possint. Dux Etruriæ Liburno Pisam usque, canalem effodit, cujus superficies, multis pedibus est inferior Arno fluvio, è quo muro quindecim circiter pedes lato disjungitur, in medio muri invenitur rota, quâ naviculæ simul cum imposito onere supra murum sensim assurgentem, attolluntur, & ex fossa in fluvium transferuntur. Hic tamen modus multùm nocet naviculis, cùm experientiâ compertum sit, plus deteri naves si semel extra aquam educantur, quam si per integrum annum in aqua consistant, eò quòd in aqua undique ab eâ æquabiliter fusâ sustententur. Quare fiat cubiculum longitudinis unius naviculæ, quod duas habeat portas, unam quâ aqua ex superiori fluvio in illud influere possit; aliam verò quâ egredi possit in inferiorem fluvium. Si transmittenda sit navicula ex inferiori fluvio in altiorem, aperitur porta inferior; ingressâque naviculâ, exactè clauditur inferior janua, & superior aperitur, ut influat aqua in cubiculum illudque repleat, attollitur navicula simul cum superficie aquæ; & dum superficies aquæ in cubiculo adæquarit superficiem superioris fluvii, navicula in fluvium ingreditur. E contrà

si

trà si ex fluvio superiori in inferiorem descendere debeat, impletur cubiculum aquâ, & navicula ingreditur, tum clausâ superiori janua, aperitur ex parte inferior; & decrescet aqua cubiculi, quæ cum pervenerit ad superficiem inferioris fluvii, aperitur omninò, & sine periculo exitus navieulæ conceditur.

Hic inserenda essent principia Geographiæ, sine quibus praxes sequentes vix intelligi possunt; unde ex tractatu Geographico repetantur.



DE NAVIGATIONE

LIBER SECVNDVS.

Principia Astronomica navigationi peragendæ accommodata.

NVLLVS Nauclerus in arte navigandi peritus censeri debet, qui omnis Astronomiæ expers fuerit; cum enim syderum observationibus dirigatur, in multos errores impinget, si eorum motus penitus ignoret, aut observare nesciat. Velim item ut in Arithmeticis sit nonnihil versatus, possitque saltem regulam trium adhibere, ut tabulis sinuum, tangentium, & secantium utatur. Quamvis neque id ab omnibus exigerem, putarem enim potius Geometriam advocandam, ita ut regula & circino, nauticas omnes operationes peragerent; quam methodum putarem nauclerorum communium captui esse accommodatiorem, neque tot tricis & supputationibus eorum mentem vexandam. Quia tamen sapientibus & insipientibus debitor sum, utramque methodum proponam Geometricam facilem accuratam quantum satis, Arithmeticam difficiliorem, & nonnihil accuratiorem. Inter tabulas autem eæ mihi videntur meliores, quas Vlac edidit, usque meas praxes Arithmeticas addicam. Res alioqui facillimas aliquando pluribus explico, & ad particularia descendo; ut autem omnibus factam satis nihil sine demonstratione proferam, quam prætermittere poterit quicumque solis praxibus contentus erit.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Tellus & mare unum globum componunt.

Difficilè non erit hanc propositionem iis persuadere, qui cum assiduè in mari versentur, partem aliquam notabilem hujus globi simul vident. Hæc enim rotunditas ita in oculos incurrit, ut nonnullos nautas viderim, qui satis mirari non possent, fuisse aliquando Philosophos qui tellurem esse planam existimarent.

Demonstratio. Nisi tellus, & mare in unum globum coalescerent, nulla ratio daretur expe-



rientiæ alioqui communis, nempe quod navigantibus, aut iter in magna planitie habentibus montium cacumina, aut ædificiorum fastigia primò appareant, & è terra erumpere videantur. Si enim tellus esset plana qualem linea A B nobis exhibet, qui in puncto B versaretur, melius videret punctum A, à quo minus distat, quam punctum G remotius. Si verò tellus sphærica supponatur, tumor ejus impediet quo minus detegatur punctum A, quando jam detegitur punctum G. Pariter qui in navi versatur in puncto D, detegit tantum fastigium, turris nempè punctum C, cum is qui in Carchesium F ascendit pedem turris E, jam videt. Similiter navis remotæ superiora tantum vela apparent, cum totum navigium adhuc latet.

Denique cum hæc telluris convexitas, æqualis sit undique, idemque mons æqualiter ex omni parte, ex æquali distantia primum videatur, necessario sphærica est.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Locus infimus ad quem feruntur omnia gravia est centrum terræ.

Hæc propositio maximè valet ad formandam Tyronum imaginationem. Dico ergo centrum telluris, esse locum infimum.

Demonstratio. Figura telluris sphærica est

(*per praecedentem*); sed corpora gravia, dum vi gravitatis liberè descendunt, feruntur per lineam

N IC M O K P H A E G B F D

quæ sit perpendicularis ad ejus superficiem, aut ad lineam tangentem ejus superficiem, ut si linea IM tangat telluris superficiem in puncto A, gravia deorsum ferentur per lineam I A perpendicularem ad IM. Sed (*per 18.3. Elem. Eucl.*) perpendicularis ad tangentem per centrum transit: ergo omnes lineæ per quas cadunt corpora gravia in centro A uniuntur; ergo punctum illud est locus infimus. Ex hac demonstratione plura deducuntur ad formandam Antipodum imaginationem accommodatissima.

1. Si tellus perforaretur secundùm lineam IB, demitteretur que lapis, hic in puncto A consisteret.

2. Etiamsi Antipodes in punctis I & D consistentes pedes oppositos habeant, recti tamen sunt, cum pedes obvertant loco infimo A.

3. Nec ascenditur, nec descenditur dum proceditur ad austrum, aut ad boream, ad ortum, aut ad occasum.

4. Caput majorem arcum OP describit, quam pedes, aut summitas mali quam carina.

6. Si quis in eandem partem procedat, totam tellurem circuibit.

7. Ni obstarent montes quasi aggeres, mare totam tellurem operiret.

8. Montes quidem & valles ab ejus rotunditate deficiunt, hic tamen defectus est nihili, si eum ejus magnitudine comparetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Tellus physicè in centro cœli posita est, habetque rationem puncti.

Nisi tellus posita esset in centro firmamenti, non videretur medietas cœli ex omni loco telluris, duæque stellæ diametraliter oppositæ quales sunt oculus Tauri, & cor Scorpii, non ita se haberent, aut una oriente, alia occideret, & vicissim; sed sæpe simul supra horizontem viderentur.

K E C A D I F G B H

Supponamus enim terram esse in puncto A, & lineam CD esse horizontem existentis in puncto E, etiam si ambæ stellæ in horizonte appareant, diametraliter non opponerentur, ita ut dum circumvolveretur cœlum, ea quæ punctum C occupabat translata in D, quæ erat in D non propterea perveniret ad punctum C, sed adhuc sub horizonte lateret, quod est contra experientiam.

Assero insuper propter eandem rationem terram esse puncti instar, si cum cœlo comparetur, quia nempe ex quocumque ejus superficiei puncto medietas cœli videtur.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Duplex Solis motus.

Duo distinguendi sunt motus in cœlo. Primus communis est omnibus syderibus nempe tam stellis fixis, quam Planetis, quo nempe singulis diebus circa duos polos immobiles ab Oriente in Occidentem circumvolvuntur.

Demonstratio. Sol, Luna, cæteri Planetæ, stellæ fixæ, Cometæ, Via lactea, denique quidquid in cœlo detegimus, apparet primò ad partes Orientales, assurgit sensim ad circulum usque Meridianum, tum sensim descendit ad partem Occidentalem horizontis. Ut si circulus ACB horizontem ortivum exhiberet, A F B occiduum, notaremus astrum oriri in puncto C, elevari sensim in D ad meridiem usque in E, sensimque relabi ex alia parte donec occultetur in puncto F.

P L G E K O D F A B C H

Addo hunc motum perfici circa duo puncta immobilia G, & H. Europæi enim facilè observant à stellis viciniotibus stellæ polari circulos minores describi, & à remotioribus majores; ita ut quamplurimarum circuli horizontem nostrum non attingant, proptereaque nunquam occidant, verbi gratia, stella K describit circulum KL, circa polum immotum G, & stella O majorem.

Nulla pars cœli hujus motus expers est, quare ut ait Cleomedes pleraque sydera motum simplicem habent, utpote quæ à cœlo, in quo eundem semper locum occupant rapiantur.

Præter motum hunc generalem 24 horarum, quilibet Planeta peculiarem & proprium sibi vendicat, solaris autem inter cæteros maximè sensibilis, cum ab eo tempestatum anni, seu veris, æstatis, autumni & hyemis vicissitudo pendeat.

Hoc motu eclypticam percurrit intra annum, seu intra 365 dies, 5 horas & 49 circiter minuta, hoc est successivè respondet omnibus illius circuli partibus,

partibus, tegitque stellas quæ in eo sitæ sunt. Assero igitur secundo hunc proprium Solis motum à generali differre.

Demonstratio. Si sol unico tantum motu generali moveretur, cum ipso tantum cœlo circumvolveretur, ita ut ab ea stella, quam semel attingeret nunquam recederet, sed cum ea assiduè rotaretur. Rem autem aliter se habere facilè observamus, & solem ad ortum abire, ita ut singulis diebus tardius quam stella oriatur quatuor horæ minutis, & intra quindecim dies una hora. Exempla quæ ab antiquis proferuntur, nempe vectorum qui præter motum generalem navigii, peculiarem habent, quo in puppi mutant locum, & à puppi ad protam procedunt, rem hanc egregiè explicant.

Ut autem hanc duplicis motus distinctionem oculis subjiciam globus A F B G circa axem immobilem FG circumvolvatur, supponaturque sol esse in puncto H circuli obliqui HEB, clarum est ab hoc astro delata à circumvolutione cœli describendum circulum HK, eundem scilicet qui à puncto C describitur.

Quia tamen sol motu proprio procedit ex H in L, ab eo non amplius describetur circulus H K, sed L M.

Similique modo cum motu proprio attinget punctum E, æqualiter distans ab utroque polo, motu cœli circumactus maximum circulum describet quem describere potest, seu æquatorem C E D. Denique cum ad punctum B pervenerit, parallelum A B decurret, quia verò Zodiacus seu circulus ex alia parte regreditur, non accedet amplius ad polum G, sed ab eo recedere incipiet, circuli A B & H K sunt Tropici, circulusque medius CED dicetur æquator.

PROPOSITIO V.

Theorema.

De Æquatore primo sphæra circulo.



Ut melius motuum cœlestium ordo percipiatur, nonnulli circuli, tam in cœlesti, quam in terrestri superficie distinguuntur, & ut melius singulæ telluris partes ad hujusmodi circulos referantur, sphæram non continuam, sed interruptam, & armillarem componimus.

Theodosius ita sphæram definit. Corpus solidum unica superficie contentum, in cujus medio punctum est, à quo omnes lineæ ad superficiem ductæ æquales sunt.

Sphæra Armillaris est tantum pars sphæræ, cum pluribus locis deficiat, imaginatio tamen hunc defectum corrigit, sicque cuncta cœlum repræsentat.

Tellus est centrum sphæræ, atque adeo cœlum concipimus tanquam globum vacuum, in cujus medio tellus suspensa hæreat.

Poli sunt duo puncta immobilia circa quæ cœlum circumvolvitur. Polus A nobis Europæis conspicuus dicitur Nord, qui infra horizontem nostrum latet, nempe polus B dicitur Sud, dicuntur item Arcticus, & Antarcticus.

Axis est linea AB ducta per centrum, à polo ad polum, quam ut immobilem concipimus.

Hæc sphæra Armillaris ex decem circulis coalescit. Primus est æquator CD, æqualiter ab utroque polo distans, dicitur æquator, & æquinoctialis, quod dies noctibus adæquet, hoc est cum sol motu proprio in Eclyptica sua delatus, ad illud punctum pervenerit in quo Eclyptica æquatorem secat, circumvolutione machinæ æquatorem describet, quem secundùm regulam generalem maximorum circulorum, qui se invicem bifariam secant, cum horizontem in duas partes æquales dividat; tanto tempore sol supra horizontem apparet, quanto infra latet.

Hic æquator in cœlo est terminus à quo numeratur stellarum declinatio, quæ nihil est aliud quam earum ab æquatore distantia, atque ita tropici aliqui paralleli sunt circuli declinationum.

Sol excepto die æquinoctii aliquam habet declinationem, vel ad boream vel ad Austrum, nunquam tamen viginti tribus gradibus cum dimidio majorem.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

De Zodiaco.

Zodiacus est circulus à sole intra annum descriptus, ita dictus à voce Græca ζῶον quæ animal significat, eò quod in duodecim signa figuris animalium significata & his versibus contenta dividatur.

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Pisces.

Astronomi divisionem Eclypticæ incipiunt ab



ariete, seu ab æquinoctio verno. Sol in singulis signis communiter 30 dies commoratur, ita ut sin-

gulis diebus unum circiter gradum percurrat. Signum autem quodlibet ingreditur, circa 21 aut



22 mensis. A 21 Martii ad 24 Septembris signa borealia percurrit, ejusque declinatio borealis est, Australis verò à 24 Septembris ad 21 Martii, dum in signis Australibus commoratur.

Dum dicitur sol esse in aliquo signo, hæc vox (*in*) significat *sub*, sol enim longè abest à superficie firmamenti, propiusque ad terras accedit.

Indicare igitur volumus lineam ductam à terra A per solem B signum aliquod, verbi gratiâ arietem, attingere. Sol ab Ecclyptica seu linea Zodiacum dividente nunquam digreditur, reliqui verò Planetæ ab illa nonnullis gradibus hinc inde recedunt, non tamen à Zodiaco cui propterea aliquam latitudinem tribuimus.

Eclyptica est prima regula motuum particularium, sicut æquator motum generalem & diurnum metitur. Zodiacus suos polos habet, à polis æquatoris distantes viginti tribus gradibus cum dimidio.

Obliquitas ejus in ordine ad æquatorem, aut ad polos tempestatum anni diversitatem efficit, solemque modo uni, modo alteri polo admovet.

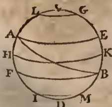
PROPOSITIO VII.

Theorema.

De Tropicis, polaribus, aliisque parallelis.

Jam dicimus suprà Eclypticam intra annum à sole percurri, ita ut successivè in omnibus ejus partibus existat. Cum igitur primum gradum cancri seu punctum A attingit proximum polo Arctico C, cœlum circumvolutione sua eum circumfert per circumferentiam paralleli AE: & cum supponamus punctum A esse inter omnia puncta Eclypticæ, quod maximè ad polum C vergit, parallelus quem postero die decurret, ab eodem polo C magis distabit, sol igitur regredietur non in suo circulo, sed in ordine ad polum C, id autem significamus per hanc vocem (*Tropicus.*)

Pariter dum sol motu proprio in Eclyptica



punctum B pervenerit, motu generali feretur per parallelum BF, nec magis ad polum D accedet.

Polares circulos describunt poli zodiaci motu suo diurno, cum autem dixerimus eos à polis mundi distare gradibus viginti tribus cum dimidio, qualis est tropicorum ab æquatore distantia, polares circuli LG, IM undique totidem gradibus à polis C & D aberunt.

Tropici viam solis ita coercent, ut his finibus digrediatur nunquam, attingunt in Eclyptica puncta solstitialia, aut potius ab iis describuntur. Suntque hinc inde limites Zonæ torridæ.

Quilibet tropicus cum polari sibi adjacente Zonam temperatam definiunt. Polaris verò frigidam circumcingit.

Possumus præterea intra tropicos, 180 circulos æquatori parallelos intelligere, quasi circulos solis diurnos, quos nempe motu machinæ percurrit duos in singulis gradibus Eclypticæ versatur.

Alios item circulos æquatori parallelos ultra tropicos fingimus, quos motu diurno singulæ stellæ decircinant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De Coluris.

Sphæra Armillaris componitur item duobus aliis circulis majoribus, per polos mundi transeuntibus, quos coluros nominamus. Hi videntur appositi ut machinam continerent; possunt tamen considerari tanquam circuli meridiani.

Colurus solstitiorum per polos mundi, per polos Eclypticæ, & per puncta solstitialia ducitur.

Colurus æquinoctiorum, per eosdem polos mundi, & per puncta æquinoctialia seu communes æquatoris & Eclypticæ sectiones describitur.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

De Meridiano.



Zenith alicujus regionis est punctum cœli, illi perpendiculariter imminens. Punctum illi oppositum dicitur Nadir; ut si proponatur in superficie terræ punctum A, ductâ à centro terræ I linea IAB,

IAB, hæc in superficie cœli notabit punctum B, seu Zenith puncti A; ejus oppositum D erit Nadir. Quare Nadir alicujus regionis est Zenith antipodum, & vicissim. Ex quibus concludo tot posse distingui Zenith, & Nadir, quot sunt puncta in superficie terræ.

Addo arcum in cœlo interceptum. Inter Zenith duarum regionum, similem esse in numero graduum arcui terrestri, inter prædictas regiones intercepto. Ut si proponantur regiones A & E, quorum Zenith sunt B, & F, dico arcus AE, BF similes esse.

Meridianus est maximus circulus per polos mundi, per Zenith & Nadir ductus. Ut si K & L sint poli mundi, Zenith B, Nadir D puncti A, circulus KBLD esset meridianus puncti A.

Non sunt tot meridiani, quot Zenith, cum idem circulus per polos mundi ductus, transeat per Zenith plurimarum regionum. Omnes enim regiones quæ se invicem Nord aut Zud respiciunt, eundem meridianum sortiuntur. Ut si procedendo rectà à puncto A ad polum K, occurrat punctum E. Regiones A & E eidem meridiano subjacebunt. Si verò una regio magis vergat ad Est vel Ouest quam alia, non habebunt meridianum communem. Hic circulus non tantum in cœlo, sed etiam in terra cogitari potest KBL, KPL sunt meridiani cœlestes quibus respondent terrestres MON.

Meridianus denominationem habet à præcipua proprietate, nempe quod diem artificialem dividat, seu tempus inter ortum, & occasum solis interjectum. Quare præcipuum meridiani officium erit indicare medium diem, est enim meridies in ea regione, cujus meridianum centrum solis attingit.

2. Pars meridiani infra horizontem latens noctem pariter bifariam dividit.

3. Sydera maximè attolluntur supra horizontem, &ad verticem seu Zenith maximè accedunt cum in meridiano versantur.

4. Facilè distantiam astri ab æquatore observamus, cum meridianum attingit.

5. A meridiano horas Astronimicas numeramus, quare qui eidem meridiano subjacent non tantum meridiem, sed reliquas etiam horas Astronomicas habent.

PROPOSITIO X.

Theorema.

De Horizonte sensibili seu Physico.

Horizon est circulus partem cœli nobis conspicuam à parte latente distinguens. Communiter intelligitur tanquam planum tellurem tangens in puncto telluris in quo versamur, & productum usque ad cœlum. Cum enim oculus noster extet tantum quatuor aut quinque pedibus supra superficiem terræ, hæc distantia pro nihilo habetur, concipiturque oculus in ea superficie positus.

Si tamen exactius procedendum sit horizontem sensibilem ad modum coni seu pyramidis rotundæ cujus apex in oculo, superficies tellurem tangit, & basis circulo cœlesti comprehenditur.

Supponamus enim oculum esse in puncto A extante quinque pedibus supra tellurem, à quo ducantur lineæ ABD, ACE terram tangentes; hæ in ejus superficie circellum BC comprehendent, & productæ in cœlo horizontem cœlestem ED efficient. In hoc sensu dicitur horizon sensibilis hinc inde ad aliqua stadia extendi. Sed hujus circelli determinatio ab oculi distantia petenda est, ita ut oculus elevatus 6 pedibus in horizonte tria milliaria exhibeat. Si 10 pedibus 4 milliaria, si 20, quinque.

Quia tamen ut dixi oculi distantia non est alicujus momenti horizon sensibilis erit planum terram tangens, quale exhibetur linea GF, hæc tamen distinctio non est inutilis ad corrigendas observationes.

PROPOSITIO XI.

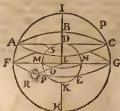
Theorema.

De Horizonte rationali.

Communiter duplex horizon distinguitur, sensibilis seu physicus quem modo explicui, & rationalis.

Horizon rationalis est plana superficies, per centrum telluris ducta & horizonti sensibili parallela, quæ ad cœlum usque protensa in ejus superficie circulum determinat, Tale est planum FEG. hæc

Hæc duo plana nempe horizontis ſenſibilis ABC, & rationalis FEG in ordine ad apparentias ſyde-



rum, pro uno eodemque ſumuntur, eò quòd telluris ſemidiameter cum cœleſti comparata ad inſtar puncti habeatur.

Hic præcipuè rationalis horizon cœlum in duas partes æquales dividit, cum per ejus centrum tranſeat, atque adeo (*per 2. 1. Theodoſii*) maximus Sphæræ circulus eſt. Quodlibet igitur aſtrum infrà ſuperficiem talis circuli poſiti ex puncto D videri non poterit, videri autem incipiet, cum primum hoc planum attigerit.

Puncta telluris oppoſita D & K eundem horizontem rationalem FEG ſortiuntur, quare quælibet regio communem cum ſuis antipodibus horizontem habet. Cum hac tamen differentia, ut pars quæ orientalis pro puncto D, occidentalis ſit pro puncto K, occidunt enim ſydera puncto K, cum oriuntur puncto D. Linea DL perpendiculo ducta ad utrumque planum perpendicularis eſt.

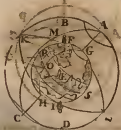
PROPOSITIO XII.

Theorema.

Circuli cœleſtes in telluris ſuperficie intelligi, in mappis geographicis, & globis notari debent.

Circuli cœleſtes ad modum circonferentiarum annularium non concipiuntur; ſed ut plana, quæ producta tellurem tangunt, & in ea communem ſectionem efficiunt.

Dico primo omnes circulos cœleſtes, maximos, & immobiles, vel qui motu ſuo ſitum non variant, in ſuperficie telluris notari poſſe.

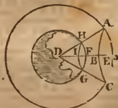


Proponatur verbi gratiâ meridianus circulus ABC, quem ut immobilem conſiderare licet, quamvis cœlum circumvolvatur, clarum eſt hujuſmodi planum habere communem ſectionem in ſuperficie telluris GFH, ita ut ſole in quolibet meridiani ABC poſito perpendiculariter, reſpondeat alicui puncto circumferentiæ GFH. Ut ſi ex puncto A ad centrum telluris E, ducatur linea AE, hæc ſecabit telluris ſuperficiem in puncto B. Ita circulus terreſtris GOH, cœleſti AMC ſubjacet.

Dico ſecundò circulos cœleſtes mobiles in telluris ſuperficie notari poſſe, modo tamen motu ſuo, ſitum diverſum non acquirant.

Ita æquator cœleſtis KIL, qui ita movetur, ut una pars in alterius locum ſuccedat, atque adeo idem planum non excedat, poteſt notari in telluris ſuperficie, quia verè in ea communem ſectionem ROS in ea efficit. Maximus autem circulus qui ita circumvolvitur ut pars ejus una in alterius locum non ſuccedat, communiter notari non deberet. Cum enim continuò ſitum alium, atque alium habeat, non eſſet potior ratio, cur in ſitu uno potius quam in alio notaretur, niſi aliquis peculiaris ſitus eligatur; ita Zodiacum utiliter mappis geographicis, & globis inſcribimus.

Minores circuli cœleſtes in tellure nonnunquam notantur. Ut in figura ſequenti proponatur minor circulus ABC, à cujus circuli partibus ducantur ad centrum terræ lineæ AD, CD aliæque,



hæ in ſuperficie telluris circellum GIH, deſcribent, ita ut Aſtrum quod percurret circulum ABC, fiat ſucceſſivè perpendiculare ſingulis partibus circelli GIH. Quare cognito circulo quem ſol in cœlo percurrit, poſſumus in tellurem circulum reſpondentem aſſignare, cujus ſcilicet partibus ſucceſſivè fiat perpendicularis.

PROPOSITIO XIII.

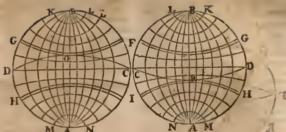
Theorema.

Quinam circuli globis, & mappis geographicis inſcribantur.

Poſſunt primò mappis geographicis, & globis inſcribi circuli meridiani reſpondentes ſcilicet meridianis cœleſtibus regionum. In mappis univerſalibus denique notantur, ut in mappa univerſali in duo hemiſphæria diviſa, punctum A eſt polus Auſtralis, B borealis, circuli qui in punctis A & B uniuntur ſunt meridiani terreſtres, ita compoſiti, & dum ſol attingit punctum aliquod meridiani cœleſtis, perpendiculariter imminet alicui puncto terreſtris.

Hi meridiani in mappis hydrographicis per lineas Nord & Sud inter ſe parallelas notantur.

Inſcribitur item æquinoctialis C D, diviſus in gradus,



gradus, ut melius his divisionibus meridianorum distantia innotescat.

Tertio delineantur circuli paralleli æquatori, quales sunt tropici F G, H I polares L K, MN. Circuli latitudinem,indicantes, quanta sit cujuslibet regionis latitudo; seu quantum absit ab eodem æquatore.

Zodiacus seu Eclyptica inscribenda non esset, eò quòd mutet continuò situm, notatur tamen,se- ligitnrque situs quem habet, dum primus gradus Arietis primum meridianum attingit, ita ut semicirculus DOC, sit borealis,ab Ariete ad Libram, CPD Australis à Libra ad Arietem.

Describitur autem Eclyptica, ut faciliùs videatur parallelus quem eo die sol percurrit,& eius declinatio. Verbi gratia, si sol supponatur esse in primo gradu Tauri, parallelus per eum gradum Eclypticæ ductus,declinans nempe ab Æquatore ad Boream gradibus 11 cum dimidio,erit is quem sol eo die percurrit, ita ut fiat successivè perpendicularis omnibus partibus circuli terrestris ipsi respondentis.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

De latitudine telluris.

Omnis superficies longitudinem, & latitudinem habet. Ita dicimus aulam longam esse quinquagiota pedes, latam triginta, & in hoc sensu Geographi de longitudine, & latitudine telluris egerunt. Quamvis autem omnes globi seu sphæræ dimensiones æquales sint, si tamen eam telluris partem intueamur quam incolunt homines, præsertim verò ab antiquis Geographis cognitam,dimensiones inæquales habebimus. Nam primò Zonam torridam inhabitabilem præ æstu crediderunt, Zona temperata Australis ipsis omnino incognita fuit, quare sola restabat Zona temperata borealis, quæ partem Africæ, Asiam minorem, Palestinam Arabiam, Persidem,Indiam, & Europam ferè totam comprehendit. Cum ergo hujus partis dimensio à tropico Cancri, ad circulum polarem gradus tantum 43 contineat, alia verò ab insulis Fortunatis ad Indiam ad centum quinquaginta extenderetur, primam dimensionem latitudinem, secundam longitudinem nominarunt. Quare etiam recentiores Geographi iisdem vocibus & appellationibus utentes, telluris extensionem ab Æquatore ad polos nomine latitudinis; dimensionem verò quæ ab occasu ad ortum sumitur longitudinem vocarunt.

quare latitudo puncti A sumpta in meridiano cœlesti, erit arcus BC, interceptus inter Zenith B & Æquatorem cœlestem CE;



Sumpta vero in meridiano terrestri erit arcus AI distantia regionis ab Æquatore terrestri I K. Hi autem arcus IA, CB æqualem graduum numerum continent.

Duæ distinguendæ sunt latitudinis species, borealis, & australis. Potest enim regio ab Æquatore distare, ad Austrum, aut ad Boream.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

De latitudine alicujus regionis.

Latitudo alicujus regionis, est illius ab Æquatore distantia. Gradus latitudinis possunt tam in meridiano cœlesti, quàm in terrestri numerari;

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Latitudo æqualis est altitudini poli.

In figura præcedenti latitudo sit B C, nempe distantia Zenith B, ab Æquatore C E, sitque H S elevatio, seu altitudo poli, seu distantia poli ab Æquatore.

Demonstratio. Zenit B distat quadrante circuli ab horizonte: est ergo arcus B H quadrans. Ab



Æquatore item CE ad polom S est quadrans, quare arcus CS quadrans, & arcus BH, CS sunt æquales, & ablato communi arcu BS, restabunt arcus BC, SH æquales.

COROLLARIUM I.

Eodem modo probabis altitudinem meridianam æquatoris, seu arcum F C, æqualem esse arcui B complemento altitudinis poli.

COROLLARIUM II.

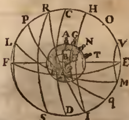
Quò magis ad boream proceditur, eò magis polus elevabitur, & æquator deprimetur, non quod ulla interveniat in æquatore, & polo mutatio, sed quod Zenith, & horizon moventur.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Mutatio horizontis, & Zenith in poli & æquatoris altitudinem refunditur.

Proponatur globus terræ AB, æquator cœlestis C D, poli E & F. Locus habitationis sit A, cujus Zenith C in æquatore jaceat. Hæc regio latitudine caret, sicut & elevatione poli, cum ambæ æqua-



les fiot: quare poli in horizonte jacebunt. Procedat viator versus G, latitudo puncti G erit GA, vel HC, Horizon eius LM, elevatio poli E M, æqualis latitudini GH. Quia autem Zenith ab æquatore recessit, nempe ex puncto C in H, horizon deprimitur ex una parte, elevatur ex alia. Si ergo procedatur usque ad G, ita ut Zenith H sit in puncto, elevatio poli erit 23 graduum cum dimidio, circulusque polaris totus supra horizontem extabit. Si ulterius procedatur in N, cujus Zenith sit O, Horizon P q, latitudo O C, altitudo poli Q E, altitudo æquatoris C P, atque ita dum mutatur Zenith, & consequenter horizon, augebitur altitudo poli, æquatoris elevatio minuetur, donee polus cum vertice, & æquator cum horizuote congruat.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

De longitudine Regionis.

Dixi superius telluris dimensionem, ab occasu ad ortum, vocari longitudinem: Cum ergo latitudo regionis sit eius ab æquatore distantia, seu gradus latitudinis terræ quem occupat, pariter longitudo regionis, erit gradus longitudinis terræ in quo jacet; hoc est longitudo indicat, an regio orientalis sit, an verò occidentalis. Paralleli qui in mappis notantur gradus latitudinis exhibent, & meridiani longitudinis. Uno verbo paralleli ostenduot an versemur ad Boream, vel ad Austrum, seu ad Nord vel Sud; & meridiani quantum ad Est, vel ad Ouest provecti sumus.

PROPOSITIO XIX.

Teorema.

Regiones quæ sub eodem meridiano jacent, meridiem, & reliquas horas Astronomicas simul habent.

Meridianus cœlestis, ut diximus, est maximus circulus cœlestis, per polos mundi, & per Zenith alicujus regionis ductus, cui alius circulus terrestris subjacet, per regionem illam, & per polos telluris transiens. Verbi gratia, si supra telluris su-



perficiem iotelligamus circulum A G B ductum per polos A & B, & regiones K & G, & C, hæ in eodem meridiano cœlesti, per polos cœli transeunte suum Zenith habebunt. Habent igitur hæ regiones eundem meridianum, & cum sit meridies quando sol meridanum attingit, omnia ergo loca eidem meridiano subjecta, simul habent meridiem, & consequenter reliquas horas Astronomicas.

Si verò propositæ regiones diversis meridianis subjaceant ut C, E, F, G, H, I, cùm priùs unum meridianum sol attingat quàm alium, diversis temporibus meridiem habebunt.

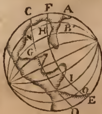
PROPO

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Meridianorum distantia æqualis est Horarum differentiæ.

Proponantur regiones A & B, C & N sive ambæ sint in æquatore, sive eidem parallelo, aut di-



versis subjaceant, quæ ita se habeant ut pro eodem tempore reali, & physico horas diversas habeant, ut si sit meridies in A,F,C & hora prima in regionibus B,H,N, dico meridianum BHN esse orientaliorem una hora, seu 15 gradibus, quam meridianum A, F, C.

Demonstratio. Sol circulum absolvit seu 360 gradus intra 24 horas: perficit igitur quindecim gradus singulis horis. Cum igitur sit hora prima in BHN, cum est meridies in AFC, differentia erit quindecim graduum. Si esset hora secunda in B H N, cum est meridies in AFC, meridianus BHN orientalior esset 15 gradibus.

Ex quibus concludo eas regiones Orientaliores esse, quæ pro eodem tempore plures numerant horas Astronomicas.

Aliæ conclusiones deduci possent, verbi gratia, quolibet tempore esse omnem horam, qui ad Orientem procedunt horas habent breviores, qui ad occasum longiores, facilè item cognoscimus horam cujuslibet regionis &c.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

De primo Meridiano.

Telluris extensio ab Occidente in Orientem, cui nomen longitudinis tribuimus, nullos fines, & terminos à natura præstitutos habet.

Cum enim totum cœlum ab ortu ad occasum circumvolvatur, primus meridianus ubique collocari potest, cum nulla sit potior ratio, quæ uni potius regioni quam alteri illum affigat. Astronomi pro primo meridianum suum statuunt, Naucleri vero portum è quo primùm solvunt.

Antiqui Geographi in ultimis telluris finibus ad Orientem primum Meridianum non collocarunt, primò quia ad ultimas oras versùs ortum non pervenerant: secundò quia longitudo cœlestis ab occasu ad ortum procedit, quare in ultimis terræ finibus ad occasum statui debuit.

Recentiores in Insulis Fortunatis illum collocant, nempe in Insula ferri, quæ Canariarum maximè ad Occidentem vergit. Alii in Insula S Nicolai quæ Promontorio Viridi adjacet. Alii denique in Insula Corvo quæ inter Azoridea recensentur. Hæc tamen opinionum diversitas est exigui momenti; vel enim assumemus pro primo meridiano, eum è quo solvimus, vel meridianum mappæ hydrographicæ qua utimor inscriptum, ita ut cognita longitudinis differentia, seu quantum ad ortum, vel ad occasum processimus, meridianum ad quem pervenimus quolibet tempore assignemus; quare diligenter distinguenda est longitudo à latitudine. Prima determinat quantum ad ortum vel ad occasum processimus, secunda vero quantum ad boream, vel Austrum.

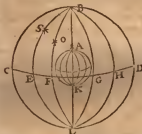
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

De circulis Azimutalibus, elevatione syderum, & amplitudine ortiva, aut occidua.

Circuli Azimutales, seu verticales, sunt circuli maximi, per Zenith & per Nadir descripti, horizontem ad angulos rectos intersecantes. Tot fingi possunt hujusmodi circuli, quot sunt in hoc zonte puncta, ita ut eo in gradus 360 ex more diviso, per singulos gradus intelligantur circuli verticales.

Sit aliquis in A, ejusque Zenith sit B Nadir L, horizon CD, circuli verticales erunt CB, EB,



FB, GB aliique concurrentes in punctis B & L. Addo arcus prædictos esse quadrantes, ita ut à Zenith ad horizontem sint undique 90 gradus.

In his circulis appellandis initium ducimus à puncto K veri ortus, in quo nempe sol oritur dum æquatorem percurrit, numeratio procedit versùs meridianum, ita ut meridianus sit nonagesimus verticalis.

Divisio rosæ pixidis nauticæ in gradus, lineæque ab eius centro ad hos gradus ductæ hos circulos repræsentant; quare si in pixide nautica soli exposita cui gradui circumferentiæ sol respondeat, habebis eius verticalem, seu in quo verticali sit.

In hujusmodi circuli syderum altitudinem numeramus. Cavendum enim est ne in aliquorum errorem incidamus, qui existimant solum tempus meridianum observandæ siderum altitudini accommodatum esse.

Altitudo seu elevatio syderis, est numerus graduum azimuti, inter horizontem & astrum intercep-

ceptus, ut si astrum esset in O, altitudo esset FO, & complementi OB, seu eius à Zenith distantia.

Amplitudo ortiva, est arcus horizontis inter astrum quod oritur, & punctum veri ortûs: ut si astrum oriretur in puncto F, arcus FK esset amplitudo ortiva, hæc nonnunquam ad Septentrionem declinat, nempe à 21 Martii ad 23 Septembris, oriturque inter Nord & Sud, alias ad Austrum vergit, cujusque ortus erit inter Sud & Est. Eodem modo procedit amplitudo occidua, quæ numeratur à puncto Ouest.

METHODUS OBSERVANDÆ Syderum altitudinis in mari, & de instrumentis ad id præstandum accommodatis.

Exhibeo in sequentibus propositionibus plurima instrumenta, quibus in mari syderum elevationes venamur. Addam multa de meo, ut aliis viam sternam, qui experimenta sumere poterunt, quæ ego præstare non possum; quamvis ex nonnullis navigationibus, facilè conjiciam, quid in hac materia ex voto succedere debeat.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Prima principia observationum.

Primum principium cui innititur demonstratio omnium ferè observationum istud est, nempe circulos concentricos secari in partes similes à lineis à communi centro, ad eorum circumferentiam ductis. Ut si circuli DBE, FG sint concentrici, arcus DA, FG similes erunt, æqualemque graduum numerum continebunt.

Secundum erit terræ molem cum sole comparatam instar puncti se habere; ex quo sequitur quodlibet telluris punctum assumi posse pro centro cœli, cum eius distantia à centro terræ, seu à centro cœli nullius sit momenti, atque adeo errorem sensibilem non inducat.

Quibus suppositis, dico circulum in 360 partes divisum esse primarium & maximè naturale ad elevationes syderum observandas instrumentum, ad quod cætera revocantur. Vocatur communiter à nautis Astrolabium. Sufficiet si eius unus quadrans in 90 gradus dividatur, si nempe quadrans in tres partes dividatur, tum singulæ bifariam, iterumque in tres, & exinde in quinas.

Omnis autem diligentia adhibenda est ut exquisitè libretur, & linea quæ à puncto suspensionis per centrum ducitur cum perpendiculo congruat, quod ita perficies.

Circulo composito incipe ab eius suspensorio, quod neque nimis mobile, nec nimis difficile esse debet, atque adeo ut sit exactius æquilibrium, pondus unius aut alterius libræ, in parte inferiori adjungatur. Ita suspenso instrumento, perpendiculum ex filo oloserico confectum, eius centro

admoveatur ut exacta sit linea perpendiculi DBC, ad quam duco perpendicularem AB. Si fuit exacta operatio quadrantes AB, BG, GC, CA æquales erunt.

Secundò compono allidadam EDF, cujus lineæ fiduciæ pinnulas perforatas adjungo, quæ etiam fissuras habeant ad stellarum observationes.

Usus talis instrumenti facilè intelligitur. Suspensum instrumentum ita detorqueatur ut solis radius eius superficiem perstringat. Tum elevetur allidada donec solaris radius per utrumque pinnularum foramen trajiciatur, allidada in limbo elevationem solis indicabit.

Demonstratio. Supponatur sol esse in puncto A figuræ præcedentis. Sit Zenith Observatoris B, linea horizontalis DE. Cum arcus FG, AC, æqualem contineant graduum numerum, si gradus in arcu FG contentos numeres, innotescet numerus graduum arcus D A.

Vacillatio navigii reddit usum hujus instrumenti difficilem, eò quòd pluries attollenda sit, aut demittenda allidada, priusquam solaris radius per foramina trajiciatur. Quare ut aliquid de meo adjiciam huic instrumento cæteroquin utilissimo, præcipuè ad littora, cum cætera instrumenta, quæ liberum supponunt horizontem inutilia sint. Vellem igitur allidadam longiusculam & pinnulam inferiorem ita latam, ut hinc inde duos aut tres gradus comprehenderet: quare ex pinnula anteriori E tanquam centro descripto arcu HI, divisoque in gradus, & in minuta, allidadam ante observationem colloco in gradu æstimato præcisè. Tum transmisso radio solari per pinnulam anteriorem, noto punctum pinnulæ inferioris, in quod incidit; si cadit infra notam mediam O, sol majorem elevationem habebit, quàm tulerat mea æstimatio; quare addito eo excessu in pinnula inferiori indicato, altitudini æstimatæ, exurgit vera solis altitudo: si vero radius supra O incidat, ille excessus erit subtrahendus.

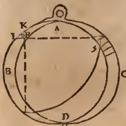
PROPO

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

De Annulo Astronomico.

Vocamus Annulum Astronomicum, circumferentiam circuli intus vacuam, cujus forma annulum aliquo modo imitatur. Suspensorium habet ut superius instrumentum, addito etiam pondere unius aut alterius libræ in puncto D, ut exactius



fit æquilibrium. Primò admovetur perpendiculum puncto suspensionis ut habeatur punctum eius infimum, vel assumpto utcumque arcu A O 45 circiter graduum. Tum perpendiculo ducatur linea quæ rectà deorsum vergat. Operare exinde in charta separata, descriptoque quadrante qui sit æqualis annulo, & in gradus diviso, lineas ex centro per singulas divisiones, ad circumferentiam produces, easque divisiones in annulum transferes. Si annulus major fuerit singuli eius gradus in minuta saltem quina dividentur.

Annulus Astronomicus aptus est ad observandas solis tantummodo elevationes; habet tamen id commodi, quòd unica observatione opus sit, nec toties attollenda, aut deprimenda est; adde quod eius gradus duplo majores sunt, ac in quadrante.

PROPOSITIO XXV.

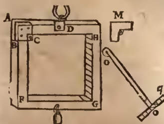
Problema.

De quadrato Geometrico.

Quia difficile est, ut artifices annulum Astronomicum exactè componant, aut dividant, & expensæ sunt paulò majores, quàm quæ à naucleris fieri commodè possunt, excogitavi quadratum Geometricum, quatuor tantum constans tigillis, eundemque cum annulo usum habens. Hoc instrumento sæpè usus sum cum hoc commodo, quòd horizonte explicato non egeat, illudque adhibere possunt in qui navi æquilibrium observare non didicerunt.

Componatur quadratum ex quatuor tigillis bene coagmentatis, immisso in cavum cardine. Fiat item fissura in uno eius extremo AC, vel absolutè recesetur eius angulus adhibitis duabus laminis, quibus tigilli cohærcant. Suspendatur in puncto D suspensorio mediocriter versatili, addito in parte inferiori pondere unius aut alterius libræ, duabus laminis inferatur clavus teres in puncto C, cujus crassities unam, aut alteram lineam adæquet.

Ita inscribes gradus. Suspenso ita quadrato, ducetur perpendiculo linea C F, ad quam per punctum GF duces perpendicularem, & ita totum absolvere poteris quadratum, supra planam tigillorũ superficiem Quamvis huic quadrato gradus inscribere facilè possis per tabulam tangentium, potes tamen viâ geometricâ procedere. Describe igitur in aliquo plano, quadratum æquale illi quod supra planam tigillorum superficiem descripsisti. Describes item ab uno eius angulo, qui puncti C vicea obtinet, magnum quadrantem: quo exactè diviso, lineas ex cẽtro per singulas divisiones duces usque ad latera quadrati. Has divisiones in tuũ quadrati latera transferes, ductis lineis ad punctum C. habebisque gradus inscriptos planæ tigillorum superficiei. Agglutina Chartam albam interiori tigillorum superficiei, ductisque per singulorum graduum extremitates lineis parallelis graduationem internam perficies, in qua singuli gradus figuram rectangulam exhibebunt. Quare si dividas crassitiem internam tigillorum in 6 partes æquales, ductis transversalibus obliquia minuta saltem quina distingues.



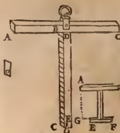
Usus talis instrumenti facillimus est, si enim illud suspensum ita detorqueas, ut latus AP ad solem obvertatur, & eius umbra in tigillum HG incidat, umbra clavi C incidens in GH, aut CF gradum elevationis solis indicabit.

Posset virtualiter augeri hoc instrumentum, inscriptis tantum gradibus in plana tigillorum superficie, & clavo C nonnihil extante, cui adjungeretur regula volubilis OO, præferens transversale OO, divisum hinc inde in duos, aut tres gradus, assumpto in centrum ipso Clavo C, vel alio quocumque remotiore.

Usus talis erit. Regulam volubilem impone gradui elevationis æstimato, exinde detorque quadratum donec umbra styli in transversale Oq incidat; si attingit præcisè punctum O, elevatio solis æstimata præcisa fuit: si vero umbra cadit infra punctum O, verbi gratia uno grado, & 35 minutis, unum gradum, & 35 minuta addes altitudini solis æstimatæ, si umbra caderet supra punctum O, gradus & minuta subtrahenda erunt ab altitudine solis æstimata.

Eodem instrumento stellarum altitudinem observabis, ei tamen additis duabus pinnulis lateri C H parallelis, & loco perpendiculi, adhibita regula & pondere in parte inferiori, si enim per pinnulas stellam respicias, regula in tigillis altitudinem quæsitam indicabit.

Possset item excogitari instrumentum quod figuram litteræ Tau præferret, cujus idem ferè usus ac quadrati Geometrici.



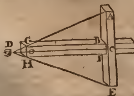
PROPOSITIO XXVI.

De Cruce Geometrica, seu Balista.

Balista censetur inter instrumenta nautica commodissimum, & facilè parabile; ut autem dicam quod sentio, est omnium imperfectissimum, & erroribus obnoxium, quare cum Anglis illud lubenter rejicerem. Primò quia instrumentum parvum est, etiamsi magnum videatur, est enim virtualiter quadrans circuli, cujus semidiameter æqualis est transversali seu cursori, gradus verò non augentur, nisi quia obliquè in sagitta excipiuntur. Secundò cum mallei ut vocant secundùm sagittæ longitudinem moveri debeant, id præstari non potest, quin nonnihil vacillent, quæcumque autem vacillatio plurium minutorum errorem inducit. Tertiò cum sagitta sit longior, facilè incurvatur. Quartò multi hoc instrumentum pinnulis, & centro non instruunt. Quis Naucleris hoc instrumentum tradiderit nescio, optabile tamen esset, ut alio quovis uterentur.

Balista ex primaria institutione, non fuit crux Geometrica, quam nonnulli vocant baculum Jacob, virgam auream, sed simplex quadrans circuli, multò perfectior quam sit crux geometrica. Constat autem duobus tigillis. Sagitta longior est, duosque, aut etiam tres pedes adæquat, recta & parallelepipeda esse debet. Malleus aut cursor sagittam in cavum excipit, ut secundùm eius longitudinem moveri possit, ei semper insistendo ad angulos rectos.

Divisio sagittæ refertur ad malleum, immò & ad modum observandi. Si enim absque pinnulis observationes perficerentur, ita ut lineæ visuales



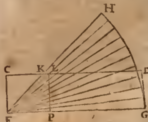
caderent duo extrema sagittæ, ut vides in figura, crassities Sagittæ non esset computanda pro longitudine mallei, hoc est medietas mallei in tali casu esset sola linea AB, non autem tota linea AC.

Demonstratio. Angulum totalem ADE quærimus, compositum scilicet ex ADC & EDC; sed (*per* 37.1.*Eucl.*) anguli AGB, ADC, sicut EDC, EHI sunt æquales, possumus ergo angulum quæsitum componere ex AGB, EHI, quare supposito quod observatio sine pinnulis perficiatur, pro semimalleo, assumenda esset linea AB.

Certissimum est quod in usu hujus instrumenti gravissimi committuntur errores, nonnunquam semigradus, ideoque saltem una pinnula in puncto O adhibenda est. Scio nonnullos ita instrumentum admovere tempori, ut oculus in puncto O collocetur, sed quam hoc sit fallax nemo non videt.

Assumpta igitur pro semimallei longitudine linea AC, gradus inscribuntur sagittæ arithmeticè, vel geometricè, ut peragatur graduatio geometrica.

Describe in mensa aut in charta ampliori arcum circuli 45 graduum, quem divides in semigradus,

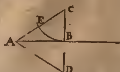


nempe dividendo primò in tres, & iterum in tres, tum in quinque, denique bifariam. Ductis exinde ex centro F per singulas divisiones lineis rectis, excitetur linea FC, æqualis dimidio malleo, & ducatur parallela CD, quam dico præferre omnes divisiones sagittæ, si tamen cyphras apponas duplò majores, nempe puncto K, quod provenit ex angulo HFG graduum 45, adhibeatur character 90.

Demonstratio Supponatur linea FG esse sagitta, & lineam FP æqualem esse lineæ CL, dico translato malleo in P, angulus LFP ex una parte cum angulo illi æquali ex alia parte erunt 99 graduum, est enim LFP 44 graduum cum dimidio, cum supponamus arcum HG esse divisum in semigradus, ergo angulus totalis erit graduum 99.

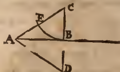
Ex his vides posito malleo paulò longiori, sagittam paucarum divisionum esse capacem, propterea cogimur plures malleos habere, & quatuor graduationes perficere. Prima graduatio majoris scilicet mallei, exhibet gradus à 90, ad 30, secunda procedit à 30 ad 20. Tertia à 20 ad 10. Quarta à 10 ad 0.

Ut Arithmeticè instituatur graduatio; Semimal-



leus dividatur in partes æquales 1000 vel 10000, continueturque hæc divisio. Si ergo proponatur inveniendа

inveniēdum punctum in sagitta, graduum 80. Assumatur eius dimidiū, nempe 40, complementum 50,



cujus tangens invenitur in tabula 119175, vel $119\frac{175}{1000}$. Hunc numerum assume in scala, & transfer in sagittam AB, dico punctum B esse illud quod quæritur, hoc est malleo in B translato angulum CAD esse graduum 80.

Demonstr. Cum enim semimalleus BC æqualis sit sinui totali, & linea A B fuerit assumpta æqualis tangenti anguli 50 graduum, erit angulus C graduum 50, & consequenter angulus CAB graduum 40, & totalis CAD grad. 80.

Idem præstari debet pro singulis malleis. Ex quibus concludo hoc instrumentum esse valde parvum, gradusque tantum augeri quod obliquè excipiantur in sagitta, qui modus periculosus est, cum minimus error augeatur. Nullus astronomus hoc instrumentum unquam adhibuit.

Antiqua Balista quam infra describam perfectior fuit.

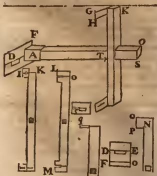
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Usus Crucis Geometricæ.

Usus Crucis Geometricæ nullis pinnulis instructæ, erroribus ita gravibus obnoxius est, ut Pater Fournerius asserat, factis experimentis, sæpè defecisse gradus integros: quare operæpretium erit si hac propositione explicem quæ pinnulæ tutò usurpari possint.

Usus Crucis Geometricæ duplex est, posticus nempe, & anticus. Prior usus tutior est, sed elevationi solis tantummodo observandæ accommodatus. Extremitati sagittæ, seu puncto A, additur



pinnula perforata D ut per eam videri possit horizon, seu limbus maris. Hæc pinnula tegitur charta, ut melius appareat, additur & limbo inferiori mallei pinnula M.

Ut autem debitè cruce ita præparata utaris, obvertendum est occiput ad solem, tum respiciendo limbum maris per pinnulas M, & D ita addocendus est malleus, donec umbra brachii superioris incidat in punctum D, tunc punctum T exhibebit solis altitudinem.

Occurrit tamen aliqua difficultas propter penumbram, quæ confundit limbum superiorem, & inferiorem cum centro solis. In hunc errorem inciderunt veteres Astronomi, qui cum solis altitudinem, ex obeliscorum umbris metirentur, sæpè altitudinem alterutrius limbi, pro altitudine centri exhibuerunt. Hunc errorem vitare conabimur.

Ut id consequamur, malleo laminam æream addere possumus, ut vides in I K. Deberet autem radius per foramen I transmissus, ita incidere in pinnulam D, ut bifariam à linea D divideretur.

Posset item malleus habere duas fissuras ut L & M, deberetque pariter radius per fissuram L transmissus, ita incidere in pinnulam, ut à linea D divideretur.

3 Posset componi malleus eo modo quo vides in N, ductaque linea FO parallela ipsi DE, deberetque umbra denticuli PO, ita incidere in DO ut ex nulla parte deficeret.

4 Posset adhiberi clavus teres, qualem vides in puncto q, inscripta aliqua nota S ejusdem crassitiei, in quam præcisè umbra incideret.

Sed quidem modum observandi communiter usurpatum, adhibete clavum parvo malleo, & majorem malleum in extremitate positum oculo ita admoveri, ut extremitas umbræ in clavum incidat. Putarem tamen pinnulam perforatam exactiorem esse, & hanc vidi ab Anglis in suo quadrante usurpari.

His praxibus explicandis nonnihil immoror, quia cum crux Geometrica sit in usu apud plerosque, sitque perdifficile ut eius incertitatem, & incommoda iis explicem, qui demonstrationes vix bene perciperent, quantum fieri potest omnibus incommodis obviam eundum est.

Usus crucis geometricæ ad observandas stellarum altitudines ita fallax est, ut commune sit proverbium, altitudinem stellarum esse omnino incertam, quod plerique tribuunt horizonti, qui cum sit vaporibus obsitus, de nocte non satis detegitur: multùm tamen ad errorem inducendum confert modus quem in observando ususpamus.

Addatur pinnula perforata tam in extremitate sagittæ ad oculum quam in duobus mallei extremis, ut vides in L & M. Tum respiciendo per pinnulam sagittæ, & per L ipsam stellam, & per M limbum maris, locus mallei in sagitta altitudinem quæsitam exhibebit.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

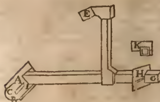
De semibalista, aut semicruce geometrica.

Vidi in aliquibus libris Hollandicis figuram semicrucis geometricæ, quæ nempe sagittam habet, & semimalleum, & gradus duplò majores, quam in cruce ordinaria.

Illius usus pariter duplex est. Si quæritur solis elevatio per umbram, pinnula obliqua & perforata addatur in puncto A & alia simplex H. in alio

extremo,

extremo, ita collimare debes per pinnulas H, &



A, ut videas horizontem & umbra asserculi E incidat in AB.

Gradus eodem modo inscribuntur sagittæ, quo in superiori instrumento, nisi quod utendum est integro quadrante in suos gradus diviso, & non tantum semiquadrante in semigradus distincto.

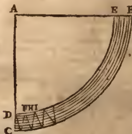
Ad observandam stellarum altitudinem pro pionula H, substituitur pinnula K. Sit ergo oculus in A, qui per pinnulam K in H positam videat limbum maris, & stellam per limbum inferiorem pinnulæ E.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Constructio quadrantis.

Antequam explicem usus quadrantis Anglici, à multis utiliter usurpati, quadrantis communis



constructionem, & usum explicare debeo, utpote instrumenti maximè connaturalis, quique aliàs in usu fuit, sub nomine balistæ.

Quadrans circuli idem præstat ac circulus integer, cum enim stellarum elevationes numquam superent 90 gradus, inutile videtur circulum integrum adhibere.

Divisio quadrantis in gradus facilis est. Nam hi quatuor numeri 3. 2. 3. 5. illam perficient, cum multiplicati inter se numerum 90 producant. Quare, In trea, in binas, in tres, in quinque secato, ut habeas singulos gradus.

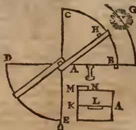
Ut habeas saltem quina minuta, supponamus FD esse gradum: Linea DC dividatur in 6 partes æquales. & per singulas describantur circuli concentrici. Fiat item triangulum Isosceles supra singulos gradus, atque ita in lateribus illius trianguli intervallum inter circulos comprehensum continebit quinque minuta. Si quilibet gradus in tres partes divideretur describerenturque decem singuli concentrici, haberentur singula minuta.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Primus usus quadrantis.

Primus usus quadrantis latus AB horizontaliter disponit, quare duabus pinnulis perforatis in-



struitur. Prima quæ figuram A K M N præferet, regulæ circa centrum volubili affigetur. Secunda in puncto B collocabitur. Tertia quæ integra est regulæ pariter in puncto H affigetur.

Admoto oculo pinnulæ B, per pinnulam A horizontem respicies, ita tamen ut umbra pinnulæ H, tegat præcisè parallelogrammum sibi æquale M K L N, tunc regula in circumferentia quadrantis indicabit gradum elevationis solis.

Ut observetur stellarum elevatio oculus admovetur pinnulæ A, respiciturque horizon per pinnulam B, & stella per pinnulam H. Vides autem opus esse duplici intuitu, nempe ut visio dirigatur ad horizontem, tum ad stellam, quæ duæ directiones cum successionem exigant, periculum est erroris alicujus.

Ut aliquid addam de meo: Posset in pinnula H, fieri foramen aut fissura, ita ut radius per illam transmissus in pinnulam A comprehendentē duos aut tres gradus incideret, siquidem attingeret lineam AK, regula insisteret præcisè gradui elevationis solis. Si radius caderet infra lineam AK, aliquid addendum esset, si supra aliquid foret detrahendum ab elevatione indicatæ à regula, atque ita unica opus est observatione, nec opus est toties attollere, aut deprimere regulam.

Alia methodus statuendi horizontaliter latus AB ope perpendiculi, in mari locum non habet, propter vacillationem navigii.

PROPOSITIO XXXI.

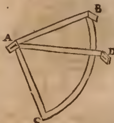
Problema.

Alii usus quadrantis.

Difficultas quæ occurrit in praxi præcedente, eò quòd manus nimis remota sit à pinnula mobili, aliis usibus, accidentaliter tantum differentibus occasionem dedit.

Proponatur quadrans A B C instructus in centro

tro A pinnula perforata, & in latere AB pinnula immobili B, Tertia autem perforata insistat regu-



læ mobili in puncto D. Usus erit si oculum admoveas pinnulæ D, & horizontem respicias per pinnulam A, & umbra pinnulæ B incidat in pinnulam A, observatis iisdem cautionibus, clarum est angulum BAD seu arcum BD metiri elevationem solis. Nonnulli regulam non adhibent, sed simplicem pinnulam mobilem secundùm circumferentiam quadrantis.

Antiqua balista solo quadrante, minus tamen intricato, constabat, qualem figura exhibet, ex sola circumferentia 90 graduum, & sagitta DE com-



positum. Nonnulli addebant duas plagulas, ut firmior evaderet, ita ut videretur balista. Possent adhiberi duæ pinnulæ immobiles A & D, oculusque pinnulæ mobili B admoveretur, ad observandam elevationem solis ex ombra, vel oculus admoveretur pinnulæ D, ad observationes stellarum peragendas.

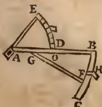
PROPOSITIO XXXII.

Problema.

De quadrante Anglico.

Quadrans Anglicus cruce Geometrica præstantior est, eò quòd gradus inscribantur magnitudinis debitæ, ita ut minuta singula, aut saltem bina, & bina haberi possint, quæ graduum magnitudo realis est, & non ficta, nec orta ex obliquitate instrumenti.

Tota constructio quadrantis in eo posita est, quod non omnes grados dividendi sunt in minuta, sed tantum nonnulli, puta 30, quare semidiameter AB erit duorum pedum cum dimidio, & arcus BC erit 30 graduum. Eodem centro A, describitur arcus minor DE 60 graduum dividendus tantum in denos, aut quinos gradus. Arcus autem BC non tantum in gradus, sed gradus in tres par-



tes subdividuntur, singulæque partes in 20 minuta, per circulos concentricos, eo modo quo diximus in propositione 28. Pinnula immobilis A situm obliquum obtinet, & cum radio AB angulum graduum 45 comprehendit, fissuram habet, ut trans illam videri possit horizon. Secunda pinnula immobilis est, in circumferentia arcus minoris DE, deberet esse parallela pinnulæ A. Tertia pinnula mobilis & perforata decurret circumferentiam majoris arcus BC.

Usus est. Oculus pinnulæ mobili FH ita admovetur, ut detegatur horizon per pinnulam A, & umbra pinnolæ immobilis incidat in eandem pinnulam A, quare tamdiu movenda est pinnula FH donec id accidat. Altitudo solis componetur ex arcu minori, & majore.

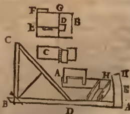
In observatione stellarum oculus pinnulæ A admovetur, ut in aliis instrumentis.

PROPOSITIO XXXIII.

Correctio quadrantis Anglici.

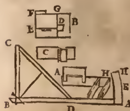
Multa reprehendi possunt in quadrante Anglico, præcipuè verò quod pinnula arcus minoris, non sit semper parallela pinnulæ A, quod aliquem errorem potest inducere. Cum enim ut omnia ritè procedant, necessarium sit notati duas lineas parallelas, in quas æqualiter cadant extremitates umbræ à pinnula immobili projectæ, supponitur pinnola immobilis parallela pinnulæ A.

Ut igitur aliena inventa non referam simpliciter, sed aliquid addam de meo, simpliciorem eius ideam propono. Fiat squadra cujus latus A B sit trium circiter pedum, sintque BC, BD unius cir-



citer pedis, cum dimidio, diagonalis DC. Sit ex ligno divisionum capace, sicut arcus AE, descriptus ex B tanquam centro & dividendus in

gradus & minuta. Lineæ autem diagonali DC inscribuntur gradus, eo modo quo divisionem qua-



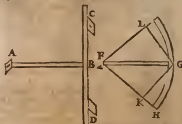
drati supra peregimus, per tabulas tangentium, assumpta in semidiametrum perpendiculari ex puncto A ad lineam DC ducta, arcus AE continebit 6 aut 7 gradus tantum, divisos in minuta. Pinnula B obliqua est, & parallela lineæ DC cui pinnula immobilis insistit. Pinnula mobilis cui eadem ac oculus admovetur insistit arcui AE. Cætera sunt in quadrato Anglico.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Aliud instrumentum facilius.

Ad quadrantem Anglicum referri posset duplex squadra, tribus instructa pinnulis, quarum una perforata & immobilis statueretur in puncto A, secunda item immobilis lateri BC in solos



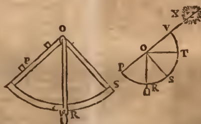
gradus diviso insisteret, tertia latus BD in gradus & minuta divisum decurreret, divisio autem perageretur ope tangentium.

Quia tamen motus pinnulæ secundùm latus BD, aut GH, non ita facilis est, ideo regulam in puncto A mobilem probarem, quæ pinnulam mobilem præferret.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Alii usus quadrantis.



Omnes methodi observandæ altitudinis stellarum, principio erroribus obnoxio nituntur, ita ut modo communiter naucleri observationibus nocturnis, non fidant, atque adeo navigatio præsidio magni momenti destituitur.

Ut aliquid certi in hac materia statuamus, notandum est impossibile esse oculum simul & semel ad horizontem, & ad stellam dirigi, præcipuè verò si longius distent ab invicem, hoc est in magnis elevationibus. Adde quod in his regionibus horizon its vaporibus cingitur, ut vix satis distingui possit, quare hanc praxin propono, qua oculus ad solam stellam, & non ad horizontem dirigitur.

Collocentur duæ pinnulæ immobiles supra latus quadrantis, quarum quæ in puncto P erit perforata in longum, quæ verò ab oculo remotior est, est exiguus clavus, & teres, sic enim melius & facilius latus P O ad stellam diriget. Loco perpendiculi, regulam mobilem, pondereque gravatam collocabis, hæc modo non sit ita facilè volubilis, sed quantum sufficit ut ad locum inferiorem à subjecto pondere deferatur, agitationem non patietur, quare si latus PO ad stellam dirigas, regulamque sistas ubi primum stellam detexeris regula in quadrante stellæ elevationem indicabit, nempe arcum RS.

Demonstratio. Linea OT sit horizontalis, seu perpendicularis ad OR lineam perpendiculi, cum arcus VS, TR sint quadrantes, ablato communi arcu TS, testabunt anguli RS, TV æquales, sed arcus VOT, T est elevatio solis, ergo arcus

ergo arcus ROS æqualis est elevationi fyderis.

Quod verò hæc regula fuspensa possit vices habere perpendiculi, ita ut motus navigii illi non officiat. Primò probat experientia: novi enim aliquem ex nostris qui cum ad Cayanam insulam navigaret, usus erat instrumentis quæ loco perpendiculi instruebantur. Secundò aliæ difficultates quas fœlici successu superavimus, posse & hanc vinci si modo cautiones nonnullæ adhibeantur, facilè persuadent. Quamvis enim Acus magnetica suo cardini innixa, ita sit mobilis, ut ad quemlibet navis motum agitetur, reddaturque propterea inutilis in mari, nihilominus si circulo chartaceo supponatur, & pixis tota quadruplici cardini innitatur, navis agitationem non sentiet. Secundò Horologia automata pendulis instructa à nobis transferri non possunt, quin vel minima vacillatio ea sistat, si tamen capsa quâ continentur probè suspendatur, non quidem simplici fune, sed globo convexo in hemisphærium concavum inserto, addito pondere centum librarum, puto navis agitationem nihil obfuturam. Immò facilè mihi persuadeo non tantum regulam pondere aliquo gravatam posse vices obire perpendiculi, sed ipsum quadrantem posse ita æquilibrari ut situm horizontalem constanter obtineat.

Figura regulæ talis esse potest, ut nempe latitudinem habeat congruam, sitque ita aperta ut gradus videantur, filum autem olosericum BC, minutum exactissimè secet.

Probarem item telescopium loco pinnularum, sed eius tubus æreus afferruminandus esset lateri quadrantis, tum examinandum foret an specillorum refractio aliquem errorem induceret. Hoc tamen in loco stabili fieri posset, conferendo nostrum quadrantem, cum alio jam probato. Additur & filum tenue pervadens tubum æreum, quod inter observandum supra sydus videtur. Hoc instrumento solaris elevatio posset observari, addito tamen vitro viridi, ad castigandum nimium solis fulgorem.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

De alio usu quadrati geometrici.

Quia quadratum facilius construitur quàm quadrans circuli, appositè eodem modo quadratum adhibebimus, quò quadrantem usurpamus, hoc est ut regulam pro perpendiculo substituamus. Dividatur plana quadrati superficies in gradus, immò etiam in minuta, latus AB, aut DE pinnulis instruatur, aut in quovis alio loco modo sint lateri AB parallelæ. Possent aliæ apponi dioptræ in AC, & tunc latus DC exhiberet altitudines à gradu quadragesimo quinto, ad nonagesimum, cum verò pinnulæ D & E, usurpabuntur eædem divisiones lateris DC, exhibebunt syderum elevationes à primo gradu ad quadragesimum quintum, atque ita sola squadra ADC sufficeret.

PROPOSITIO XXXVII.

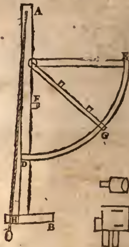
Problema.

Quadrantem circuli virtualiter augere.

Suppono quadrantem circuli in gradus divisum, immò in quinos tantum gradus. Unum eius latus producatur, & ex A ut centro, intervallo AH describatur arcus quinque aut 6 graduum, subdivisus in minuta. Addatur regula G pinnulis instructa, & volubilis circa cen-

trum

trum quadrantis, puncto verò A addatur perpendiculum.



Usus talis erit erit. Regulam G gradui elevationis solis æstimatæ admove, cum radium solarem per eius pinnulas trajice, vel stellam respice per easdem pinnulas, tunc perpendiculum AH exhibebit gradus minuta addenda, vel subtrahenda ab altitudine æstimata. Hoc fortitan instrumentum erit inutile in mari, propter navigii motum; posset tamen esse usui quoties fit excensio, ad observandas portuum aut promontoriorum elevationem poli. Cum enim balista aliaque nauclerorum instrumenta, horizonte libero egeant, inutilia sunt in ora maritima, atque ita non contiguntur mappæ hydrographicæ. Ut autem ostendam me jure id asserere, In reditu triremium Gallicarum ab expeditione Candiensi, ab uno ex Naucleris latitudinem illius urbis expetii, quam dixit se non potuisse observare, eò quòd cum triremes in Insula Standiæ stationem habuissent, nunquam liberum horizontem nactus esset.

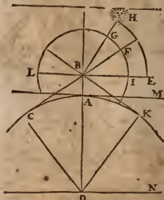
PROPOSITIO XXXVIII.

Observata solis elevatio per umbram sumpto limbo maris pro horizonte, minor est verâ.

Miratus sum aliquando nonnullos authores, qui de re nautica egerunt dubitasse, an aliquid addendum esset, vel subtrahendum ab altitudine syderum observata, eò quòd oculus aliquibus pedibus supra maris superficiem extaret, cum demonstratio ita in oculum incurrat, ei qui vocum significationem percipit, quid nomine horizontis intelligamus, quid dum asserimus tellurem respectu cœli esse instar puncti, ut nullus restet dubii locus.

Dico ergo elevationem solis ex umbra observatam, assumpto pro limbo maris pro horizonte, esse minorem verâ, & errorem eò majorem esse, quò oculus elevatior fuerit.

Demonstratio. Sit maximus telluris circulus KAC, verbi gratia meridianus cœlesti meridiano subjaccus. Oculus sit B, eius Altitudo AB, eius BE lineam perpendicularem horizonti verò



verus horizon erit linea LBE, perpendicularis ad BE lineam perpendiculi, parallela horizonti verò per centrum terræ D ducto. Qui autem per umbram elevationem solis observat, respicit limbum maris per lineam FBC, quam pro suo horizonte assumit, quare pro arcu GI elevationis solis, observat tantum arcum GF, eam igitur minorem verâ deprehendit.

Alia demonstratio. Linea BC cum horizonte LB angulum LBC comprehendit, æqualem angulum ADC; angulus enim LBC est complementum anguli CBD, cum angulus LBD rectus sit. Pariter in triangulo BCD cum angulus C rectus sit, angulus D erit complementum anguli LBD, anguli ergo LBC & D sunt æquales; sed arcus AC metitur angulum D, quare linea visualis ad superficiem maris ducta, cum linea horizontali angulum tot graduum, & minutorum comprehendit, quot continet arcus telluris quem intuetur. Uno verbo linea visualis BC tangit superficiem telluris in puncto C, atque adeo est horizon puncti C, cum igitur ille qui ex umbra solis elevationem observat, septentionem respiciat, eius linea visualis erit horizon loci borealioris, sed quo magis ad Nord proceditur, elevationes syderum ad Austrum spectantium minores sunt, ergo observatio ita facta, elevationem exhibet verâ minorem.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Observata stella elevatio, assumpto limbo maris pro horizonte, major est verâ.

Vide figuram præcedentem.

Si observetur stellæ elevatio antrorsum ut voceant, assumaturque limbus maris pro horizonte, dico observatam elevationem esse majorem verâ.

Demonstratio. In eadem figura, qui observat solis aut stellæ elevationem statuit pro suo horizonte lineam BK, quæ tangit superficiem maris, in

in puncto K, certum est arcum H E esse veram solis aut stellæ distantiam, sed usurpat pro horizonte lineam BK, invenitque altitudinem GBK, pro GBE. Spectat igitur versus Austrum, assumitque pro suo, horizontem regionis magis ad Austrum spectantis, sed quò magis ad Austrum procedimus, eò sydera Australia elevatiora apparent, igitur observatur elevatio major verâ.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Observatio syderis præcisa est, dum pro horizonte assumitur linea perpendicularis ad lineam perpendiculi.

Vide figuram præcedentem.

Si observatio dirigatur perpendiculo, seu regulâ gravatâ aliquo pondere hoc est si pro horizonte assumatur linea perpendicularis ad lineam perpendiculi, dico observationem præcisam esse, nullaque correctione indigere.

Demonstratio. Supponamus in figura præcedente ductas esse lineas DN, AM, BE, perpendiculares ad BD lineam perpendiculi, clarum est idem esse sive utamur linea DN, sive AM, sive BE; diameter enim telluris ita parva est respectu cœli, ut sit instar puncti, atque adeo duæ lineæ parallelæ per duo puncta telluris ductæ, idem physicè cœli punctum attingunt.

Dixi duas lineas parallelas, si enim angulum aliquem comprehendunt, arcum totidem graduum, & minutorum in cœlo abscindent.

Quare facilè detegitur hallucinatio eorum, qui talem correctionem detegunt, unus enim dicit se non notasse Tychonem Brahe ullam correctionem suis observationibus adhibuisse dum è solario, aut dum ex loco humiliori observaret.

Respondeo, nulla fuisse opus correctione, quia perpendiculum in dirigendis instrumentis adhibebat, hoc est horizontali linea, quæ esset ad lineam perpendiculi ad rectos angulos, utebatur.

Alter vero dicit quod si telluris diameter mille & centum leucarum errorem seu parallaxin non inducit trium minutorum, elevatio oculi mille pedum supra superficiem telluris, nullum omnino inducet.

Respondeo, me admittere ratiocinium, si agatur de lineis inter se parallelis, non autem de lineis ad invicem inclinatis, qualem ostendi esse lineam visualem ductam ad limbum maris. Facilè totam hanc demonstrationem ad praxin revocare possumus, nempe probare, an praxis Theoriæ respondeat; si enim duplici methodo, ex rupe ad oram maris sita, elevationem observemus nempe assumpta in horizontem linea visuali, & lineâ perpendiculari ad perpendiculum facilè diversitatem inveniemus.

PROPOSITIO XLI.

Problema.

Methodus supputandæ correctionis observationibus adhibendæ, propter altitudinem oculi.

Vide figuram præcedentem.

Ostendi *in (propositione 37)* angulos LBC, & ADC esse æquales, sed linea DB est secans anguli ADC, & linea AB est excessus secantis anguli quæsiti supra semidiametrum. Si ergo sint 60 milliaria Bononica in uno gradu terræ, erit 3431 milliarium, seu pedum Bononiensium 17155000 tabulæ autem sinuum habent pro semidiametro 10000000, ita ut ratio semidiametri tabularum, ad semidiametrum realem terræ sit ut 10000000 ad 17155000, vel si velis aliquid negligere, ut 10 ad 17.

Si ergo determinare velis quantum extare debeat oculus supra superficiem aquæ, ad hoc ut linea visualis cum vera horizontali comprehendat angulum duorum minutorum; cum secans duorum minutorum sit 10000002, excessus illius supra semidiametrum erit 2. posito semidiametro terræ 1000000. Sed semidiameter terræ est 17155000. Fiat ergo ut 10000000 ad 17155000, vel ut 10 ad 17, ita, 2 & invenio pedes $3\frac{2}{5}$, hoc est si lignum quodcumque mari tranquillo innataret, illud à duobus milliaribus videtem oculo supra superficiem extante tribus pedibus & $\frac{2}{5}$. Aliàs composueram parvam tabulam existimans oculum nunquam elevatiorem esse pedibus 20, quia tamen nonnulli in carchesium ascendunt, ut observent, alias tabulas majores placuit attexere, supputatas secundùm pedem Bononiensem quem puto terrestrem esse, hoc est in uno gradu terræ invenire 60 milliaria ad pedem Bononiensem exacta.

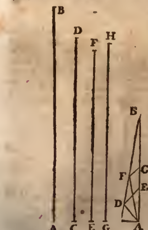
Pedes Bononienses.	Minuta.
$3\frac{5}{7}$	2
7	3
12	4
19	5
27	6

Pedes Bononienses.	Min. se	Pedes Bononienses.	Mi. se.
1	1. 7	25	5. 49
2	1. 32	30	6. 18
3	1. 42	40	7. 22
4	2. 7	50	8. 15
5	2. 20	60	9. 8
6	2. 45	70	9. 48
7	3. 3	80	10. 38
8	3. 11	90	11. 9
9	3. 24	100	11. 43
10	3. 37	200	16. 38
11	3. 48	300	20. 19
12	4.	400	23. 27
13	4. 7	500	26. 13
14	4. 16	600	28. 47
15	4. 25	700	31. 4
16	4. 36	800	33. 12
17	4. 42	900	35. 14
18	4. 47	1000	37. 8
19	5. 0		
20	5. 7		

1000 pedes Bononienses efficiunt pedes Parisienses 1170.

Usurpo potius pedem Bononiensem quam alium quemlibet, eò quòd eum existimem cum pede Bononiensi coincidere. Hic autem ad pedem Parisinum eandem habet rationem ac 1686 ad 1440, & ad pedem Rynlandicum ut 1686 ad 1390.

Tabula supputata à Domino Denis Dieppensi, supponit telluris semidiametrum nimis parvam, ut infra demonstrabo.



Linea AB est quarta pars pedis Bononiensis seu terrestris.

Linea CD quarta pars pedis Parisiensis.

EF quarta pars pedis Rynlandici.

GH quarta pars pedis Romani tempore Vespasiani.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

Usus tabulæ.

Usus tabulæ facilis est. Si enim metiaris pede Bononiensi altitudinem oculi supra superficiem maris: hanc altitudinem quære in tabula, invenies è regione minuta addenda vel subtrahenda ab observatione. Verbi gratiâ supponamus observatam fuisse solis altitudinem per umbram quadraginta quinque graduum & min. 25. nempe assumpta linea visuali tangente superficiem maris, pro horizontali, oculo elevato pedibus 19, hunc numerum quæro in tabula, & invenio è regione 5 minuta quæ addenda sunt, quare solis elevatio erit graduum 45 min.30. Si verò numerus pedum elevationis oculi non repetiatur in tabula, usurpanda erit regula trium. Verbi gratiâ supponamus observatam esse altitudinem stellæ graduum 40 min. 15, & oculum elevatum esse pedibus 43. Primò invenio in Tabula pedibus 40 respondere min.7. 22. & pedibus 50. respondere min. 8. 15. subtrahe minorem ex majori restant secunda 53 pro eorum differentia. Instituenda est regula trium; si differentia decem pedum à 40 ad 50 dat secunda 53, differentia trium pedum à 40 ad 43 dabit secunda fere 16, addenda minutis 7. 22, fientque min. 7. 38 quæ si subtrahas ex altitudine inventa gr. 40 min. 15 restabit altitudo 40. 7. 22.

Facilè examinari potest hæc tabula. Si enim duo ascendant in catchesium unusque observet elevationem solis ex umbra, alius verò directè, differentia observationum erit dupla numeri tabulati. Ut si malus sit altus pedes 50, differentia observationum erit minutorum 16. sec 30.

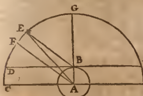
PROPO

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

De Parallaxi.

Parallaxis nihil est aliud quam differentia inter altitudinem syderis relatam ad horizontem rationalem, & relatam ad sensibilem.



Sit centrum terræ A, punctum superficiei sit B, astrum sit in E, angulus EBD erit altitudo solis relata ad horizontem sensibilem BD, & EAC erit ejus altitudo relata ad horizontem rationalem ducta parallela FA, angulus FAE, aut illi æqualis AEB differentia inter utramque quam parallaxin vocamus.

Demonstratio. Clarum est (*per 28. 1. Eucl.*) angulos FAC, EBD æquales esse, angulus igitur EAF est differentia inter utramque elevationem.

Quia autem horizon rationalis AC per centrum telluris ductus cœlum dividit bifariam, ad illum potius observationes nostra exigimus, quam ad sensibilem, ideoque elevatio syderis ad horizontem rationalem relata dicitur vera altitudo; relata verò ad sensibilem vocatur apparens. Cum igitur apparens altitudo semper minor sit verâ, addete debemus parallaxin observationibus nostris, ut veras elevationes syderum habeamus.

Astronomi in parallaxi solis non conveniunt. Pater Ricciolius plurimique alii illi tribuunt parallaxin Semiminuti, Lansbergius ei duo minuta assignat, & Tycho tria, quare puto negligi posse parallaxin Solarem, quare nulla opus erit tabula. Si Lambergium sequi volueris altitudini observatæ, adde duo minuta usque ad quinquagesimum gradum unum minutum à quinquagesimo gradu ad 78. Stellæ fixæ parallaxi carent.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

De Refractionibus.

Refractio est differentia inter locum syderis verum, & eum in quo videtur propter vapores, & exhalationes quæ sunt in aëre. Doctrinam refractionum suppono ex dioptrica. Sufficiat ad præsens institutum, quod sicut exhalationes & vapores, ita radios solares imminuunt, dum est horizonti proximus, ut multò major appareat, & stellæ multò magis scintillent: pariter eædem exhalationes eadem sydera nonnihil attollunt, ut accidit corporibus sub aqua demersis, quæ altiora apparent.

Hollandi in navigatione Novæ Zemblæ exemplum refractionis luculentũ tradunt. Cum enim in nova Zembla ob gelu, & concretum mare hyemare coacti essent, observata pluries elevatione poli, & supputata die, qua sol primum iis regionibus apparere deberet, pluribus enim mensibus eum non viderunt, eum tamen duobus aut tribus diebus citius viderunt, quam ferret supputatio, refractione scilicet solem attollente.

TABVLA REFRACTIONVM.

Gradus Elevationis.	*Refractio, Min.*	*Sec.*
0	31.	0
1	23.	0
2	17.	0
3	14.	0
4	12.	31
5	11.	31
6	10.	31
7	9.	53
8	8.	17
9	7.	33
10	7.	3
11	6.	34
12	6.	4
13	5.	35
14	5.	6
15	4.	36
16	4.	7
17	3.	38
18	2.	54
19	1.	10
20	1.	40
21	1.	11
22	0.	42
23	0.	24

Hic appono tabulam refractionum cujus usus facilis est. Nam facta observatione subtrahere debes refractionem, ut si elevatio observata esset 10 graduum subtrahenda essent 7 minuta, restarentque 9 gradus min. 53. Si elevatio observata habet adjuncta minuta poterit eorum haberi ratio, ut si altitudo observata esset graduum 11, min. 25, accipienda esset refractio respondens 11 gradibus nempe 6, 34, & ab ea subtrahenda sequens 6, 4, restabuntque 30. Tum instituenda regula trium, si mutatio elevationis per unum gradum seu 60 minuta, dat differentiam secundorum 30 quid dabunt 25 minuta, & invenio $12\frac{1}{2}$ quæ subtrahenda est ex prima refractione 6, 34, restabitque refractio 6, 22, restabuntque gradus 11, & 3 min.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Nonnulli errores vitandi.

Inter observandum magna diligentia adhibenda est, ita ut nihil negligatur.

1. Instrumentorum divisio sit exacta.

2. Si

2. Si lignea sunt instrumenta cavendum erit ne inflectantor, aut luxentur.

3. Instruantur pinnulis, nam expertus sum visum facilè vagari nisi coërceantr.

4. Solis elevatio tantum observetur, si quis limbi superioris altitudioem observet, ab ea 15 minuta subtrahat ut centralem habeat; vel 15 minnta addat, ut ex limbo inferiori ad centrum ascendat.

5. A solis penumbrâ cavendum est, qnia fallax est, ideoque umbræ uterque limbus observetur.

6. Periculosissimus error erit, si observationem ad tuam æstimationem accommodes. Solent enim nonnulli naucleri, latitudinem ad quam pervenerunt prius æstimare, quam altitudinem observeot. Deinde supputant quam sol debeat habere elevationem meridianam, ut talis concludatur latitudo. Tum ita observant, ut semper inveniant id quod æstimarunt, atque ita solem corrigunt. Quod est ita manifestum, ut dum incipiunt observare semihorâ circiter ante meridiem, omnes observstiones conveniunt, in decursu tamen discrepent, unoquoque solem ad suum sensum detorquente. Idem accidit dum stellæ polaris altitudinem observant; in ea enim conveniunt, in rumbo tamen differunt. Si hoc verum sit, ut audivi à nonnullis, observationes redduntor inutiles. Quare ipsi navarchi observare debent, severiusque castigare naucleros, qni malè, aut non sincerè observent, quàm eos qui in sus æstimatione aberrant.



DE NAVIGATIONE
LIBER TERTIUS.
De Pixide magnetica.



ODIERNA navigatio tota fere pixidi magnetica tanquam pracipuo fundamento innititur, quare illius usus pracipuos, & correctiones hoc secundo libro explicanda suscipio. Inter hujus temporis inventa recensetur, cum certum sit quidquid velint in contrarium aliqui; Antiquorum nullum, neque ipsum Salomonem pixidem nauticam, aut magnetem in navigationibus usurpasse. Verum quidem est virtutem attractivam magnetis, quâ nempe ferrum ad se allicit antiquis fuisse cognitam; assero tamen virtutem directivam, qua ad Septentrionem, & Austrum dirigitur eos penitus latuisse. Scio nonnullos intellexisse de pixide Nautica nomen hoc Versoria *quod in Plauto invenitur, sed ineptè, cum hac vox nihil aliud significet, quam eum funem qui extremitati carbasi annexus est.*

Ignoratur quo pracisè tempore Europai magnetem ad navigationes dirigendas adhibuerunt. Nonnulli existimant Paulum Venetum hunc magnetis usum ex Sina in Europam advexisse circa annum salutis 1260. Auget autem suspicionem quod primus magnetis usus idem fuit, ac is qui apud Sinas ad finem usque prateriti saculi fuit usurpatus, hoc est ut magnes aqua innataret. Poeta Gallicus illius circiter temporis, ita eum his versibus describit; loquens enim de stella polari ait:

Icelle estoile ne se muet,
Un Art font, qui mentir non puet,
Par vertu de la marinette,
Qui est une pierre noirette,
A la quelle le fer volontiers se joingt.

Hac vox marinette *qua ranam significat indicat magnetem suberi impositum in aqua aquilibratum fuisse, ut nempe facilius ad Austrum, & septentrionem dirigeretur. Amalphitani in regno Neapolitano, pixidem nauticam sibi arrogant, asseruntque concivem suum illius fuisse inventorem circa annum 1300. Potuit fieri ut methodum aquilibranda acus magnetica invenerit. Volunt nonnulli lilium ubique pro Septentrione indicando appositum esse signum evidens in Gallia hujusmodi pixidem aut inventam, aut saltem excultam fuisse. Pixidis igitur nautica compositionem divisionem, usus, correctiones & proprietates hoc tertio libro explico.*

PROPO

PROPOSITIO I.

Problema.

Constructio Pixidis nauticæ.

Primò paretur pixis lignea concava, circularis, vel quadrata, 4 aut quinque digitos crassa, & quinque aut 6 lata.

In ejus centro infigatur stylus teres, & acuminatus ad angulos rectos, modus autem quo ei situs perpendicularis tribuitur facilis est. Describtis enim ex puncto in quo inseritur pluribus circulis concentricis, debet distantia apicis à circumferentia undique æqualis esse. Stylus æreus esse debet, & apex exactè tornatus, nonnulli chalybeam afferruminant cuspidem, quam acui non nocere asserunt nonnulli, quamvis io eo nonnullam patiar difficultatem. Cavendum præcipuè ne cuspis obtundatur, quod quia nonnunquam accidit, ideo Massilienses pixides ita sunt compositæ, ut inferiori parte aperiri possint. Fundum enim ita cuhæret, & coagmentatur, ut nullus aëri externo aditus pateat; quare pelle delicata & subtili instrui debet fissura, eo modo quo organi pythaulicæ arculæ. Potius aperienda est parte inferiori, quam superiori, nam vitrum cum ligno pice, & resina coagmentatur.

Dum pixide nautica non utimur, etiam tunc situm connaturalem obtinere debet, ut rosa ad Austrum, & boream dirigatur, quia in tali situ acus chalibea virtutem magneticam melius fovet.

Capitellum quod cuspidi styli imponitur, conicum & cavum esse debet, ut cuspidem styli excipiat communiter æreum est, si tamen vitreum foret, facilius volveretur. Hoc capitellum etiam exterius conicum est, & in centro rosæ collocatur ita perpendiculariter, ut in nullam partem inclinet.

Capitello simplex acus non afferruminatur, ut in horologiis horizontalibus, esset enim nimium mobilis in navi continuò vacillante; expertus enim sum simplicem acum in navi esse prorsus inutilem. Quare satius est ut acus impositam rosam chartaceam deferat, quia cum ab ea æquilibretur, aliquid firmitatis acquirit. Dabo autem inferius modum describendæ, & dividendæ rosæ.



Figura acus quæ rosæ chartaceæ subjicitur varia esse potest. Primò quidem simplex acus qualem figura XY exhibet, posset usurpari. Videtur tamen insufficiens ad dirigendam rosam. Secunda figura erit Rhombi, ita ut duo fila chalybea non cojuncta rosæ simpliciter annectantur, ut vides in AB, CD. Hic tamen modus displicet quia extremitates A & C eundem polum spectantes, se invicem elidunt, & pugnant, ut explicui in tractatu de magnete. Deinde fit ne hujusmodi fila rosæ agglutinentur, gluten enim rubiginem



inducit. In hos errores impingunt Massilienses artifices, propterea que pixides habent minimè præcisas, sed quæ eodem in loco, & eodem die diversis declinationibus sint obnoxiæ, ut experientia comprobavi.

Debent igitur ita duo extrema filorum, ita coalescere, ut unum efficiant, propterea nonnulli ea complicant in spiras, quod improbarem.

Displicet item figura IK, atque LMNO, quæ lamina constat chalybea, cum certum sit laminam non sat appositè magneticam virtutem excipere.

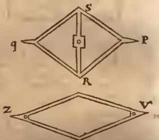


Figura item PRqS non videtur satis apta, propter lineam RS quæ disponi deberet Est, Ouest cōtraria nempe virtuti magneticæ. Omnium apta videretur, si ex lamina chalybea componeretur qualem in VZ exhibui, latera tamen eius ita super incudem contunderentur ut figuram cylindricam induerent, sic enim eorum pori in longum dirigentur. Temperatur item acus, moderatè tamen, si enim durior evaderet porosque haberet omnino obstructos, virtutem magneticam vix exciperet: neque etiam nimis mollem, ne statim effluant spiritus magnetici; quare temperatura ad cæruleum colorem vergat.

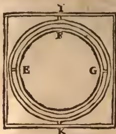
Pixis corrigenda non est, acum obliquè detorquendo, ut si notata sit declinare ono Rhumbo ad No dest, non propterea acus subjicienda erit quartæ Nord ad Nordest, nec fieri debent ullæ pixides pro aliquo determinato loco, ut pro Arenariis pulvinis quæ ante Canadam jacent. Quia nempe declinationes magnetis mutabiles sunt, suisque periodis subjacent, quare simplices construendæ sunt, & quilibet nauclerus in singulis locis, declinationem observabit. Pariter mappæ hydrographicæ pixidi nauticæ non correctæ aptandæ non sunt propter mutationem declinationis.

PROPOSITIO II.

Problema.

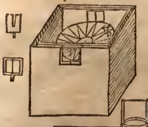
Variæ pixidum formæ, ad declinationem observandam accommodatæ.

Nulla est difficultas in perficienda reliqua pixide, si soli directioni navis accommodari debeat, debet enim suspendi additis duobus circulis æreis, infra eius limbum. Primus EFG pixidi adhæret, duobusque cardinibus E & G in circulum exte-



riorem inseritur, qui pariter aliis duobus Cardinibus I & K perpendiculariter ad priores dispositis, in pixide exteriori æquilibratur. Pixis autem interior gravatur in parte inferiori aliquo pondere, ot exactius sit æquilibrium, cæteras partes otpote faciliores missas facio.

Paulò major occurrit difficultas in perficienda pixide variationis, hoc est quæ accommodata sit



ad ritè observandam declinationem magneticam, præcipuè verò sole oriente, aut occidente. Nonnulli duas fenestellas immediatè sub limbo pixidis faciunt, quas claudunt vitro pellucido, addita pinnula seu dioptra in una, in altera verò filo tenui benè tenso.

Alii loco hujusmodi fenestellarum excitant supra limbum duas cuspides diametraliter oppositas, intus verò notam inurunt lateri pixidis, immediatè sub his cuspidibus.

3. Posset imponi pixidi circulus æreus ferè vacuus, excepta circumferentia in 360 gradus divisa, & diametro quæ centrum præferret, cui stylus infigi posset.

Vellem item addi suspensorium toti pixidi, ut nempe oculo facilè admoveretur; cum enim de nocte rumbus stellæ observandus est, oculus quam proximè pixidi est applicandus, quod difficillimum est, nisi pixis elevetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

De Plagis, seu Rumbis.

Plaga seu rumbus in hac materia, est circulus verticalis, transiens per Zenith, & horizontem perpendiculariter secans, quos explicui propositione 22 libri præcedentis.

Hi circuli verticales communem habent cum horizonte sectionem, atque has communes sectiones in rosa ducimus, & notamus; quare lineæ rumborum eosdem circulos verticales repræsentant. Si ergo cuilibet globi terrestris puncto exiguam rosam rumborum applicemus, poterimus describere circulos ab hujusmodi lineis repræsentatos. Cum horizon ad libitum dividi possit, rosa pixidis cujuscumque divisionis erat capax. Nihilominus quia divisio nimis minuta proponi non debuit naucleris, ideo convenerunt omnes Europæi, ut horizontem in triginta duas partes dividerent, quæ divisio facillima est, utpote quæ procedat per divisionem arcus in duas partes æquales. Ut autem melius hæ lineæ distinguantur, iis nomina dedimus illius venti qui ab illa plaga spirat; quare dum nominamus plagã seu Rumbum Nord, significare nolumus boream adspirare, sed proram navis dirigi ad eam plagam è qua boreas spirat.

Omnes Europæi ut dixi in eo conveniunt ut rosam pixidis in 32 plagas distantes ab invicem gradibus $11\frac{1}{4}$ dividant quamvis enim horizontem in plures partes dividere possimus verbi gratia in 360 gradus, hæc tamen divisio ita minuta ei, qui sedet ad clavum proponi non debuit. Cum enim navigii motus modo ad dexteram, modo ad sinistram deflectat, inutile videretur tantam præcisionem exigere, præcipuè cum nautæ raro speculationis capaces non sint.

PROPOSITIO IV.

Problema.

De divisione Rosæ usurpari solita in Oceano.



Aliæ sunt rumborum appellationes usurpari solitæ à nationibus, quæ Mediterraneo mari adjacent

cent, aliæ verò quibus utuntur ii qui ad oram maritimam Oceani degunt. Lusitani, Hispani,



Galli Occidentales, Flandri, Hollandi, Dani Sueci, Angli voces Germanicas, aut à lingua Germanica derivatas in appellandis rumbis adhibent. Quatuor præcipui seu Cardinales sunt Nord Septentrio: Sud Meridies: Est Oriens: Oüest Occidens; ex quibus reliquæ appellationes, per repetitionem componuntur: N. O, significat Noroüest rumbum inter Septentrionem & Occidentem; N. E, Nordest, inter Septentrionem, & Orientem; S. O, Sudoüest inter Meridiem & Occidentem: S. E, Sud-Est inter Meridiem & Orientem.

Alii intermedii adhuc per repetitionem formantur: NN. O, Nord Noroüest inter Nord & Noroüest: O. N. O, Oüest Noroüest: O.S.O, Oüest-Sudoüest: S S.O, Sud Sudoüest: S.S.E, Sud Sudest: E.S.E, Est Sudest: E.N.E, Est Nordest: N.N.E, Nord-nordest.

Alii venti per quartas nominantur Nord quard de Nordest: Nordest quard de Nord.

Hæc prima lectio traditur Tyronibus, ut navim appositè dirigant per rombum imperatum, nec omninò hallucinentur. Hos rumbros in diaria referri debent, notarique suis characteribus, ut sequens tabula indicat quæ incipit à Nord proceditque ad Orientem.

N, Nord.
N ¼ N E, Nord quard de Nordest.
N N E, Nord Nordest.
N ¼ N, Nordest quard de Nord.
N E, Nordest.
N E ¼ E, Nordest quard d'Est.
E N E, Est Nordest.
E ¼ N E, Est quard de Nordest.
Est.
E ¼ S E, Est quard de Sudest.
E SE, Est Sudest.
S E ¼ S, Sudest quard de Est.
S E, Sudest.
S E ¼ S, Sudest quard de Sud.
S S E, Sud Sudest.
S ¼ S E, Sud quard de Sudest.
Sud.
S ¼ S O, Sud quard de Sudoüest.
S S O, Sud Sudoüest.
S O ¼ S, Sudoüest quard de Sud.
S, Sudoüest.
S O ¼ O, Sudoüest quard de Oüest.
O S O, Oüest Sudoüest.

O ¼ S O, Oüest quard de Sudoüest.
O, Oüest.
O ¼ N O, Oüest quard de Noroüest.
O N O, Oüest Noroüest.
N O ¼ O, Noroüest quard de Oüest.
N O, Noroüest.
N ¼ N, Noroüest quard de Nord.
N N O, Nord-Noroüest.
N ¼ N O, Nord quard de Noroüest.
Nord.

Hi rumbi seu plagæ potius usurpantur, ut distinguatur punctum horizontis ad quod prora dirigitur, quam ut cognoscatur quis ventus spiret. Cum enim navigatio perficiatur non tantum vento postico, sed etiam obliquo, immò & ferè contrario, parum sunt solliciti navarchi, ut speciem venti ad minutias usque distinguant; suamque curam impendunt, ut navia non aberret à via, sed dirigatur ad locum quem petit, omnis enim aberratio in via, in maximum errorem excurrit. Verè quidem Navarchi tenentur referre in diarium speciem venti spirantis, quia à vento, & à directione dependet derivatio, seu aberratio, sed hæc non advertunt nisi dum ventus est quadrantalis.

Dixi lineas rumborum in pixide nautica notatas repræsentare circulos verticales, quorum sunt communes sectiones cum horizonte, ita ut si semper in eandem partem procederetur, seu perficeretur circulus, ab ea linea indicatus describeremus maximum circulum, tandemque ad locum unde profecti sumus rediremus: ut si Massilia solverem per rumbum Sudest, si huic circulo constanter insisterem, totum circuirem terrarum orbem. Sed notandum est ut id perficerem, non forte usurpandum semper rumbum Sudest, circulus enim verticalis, qui Massiliæ eum rumbo Sudest coincidit, pro alia regione non est amplius Sudest. Si igitur utor semper rumbo Sudest pixidis nauticæ, necessariò hunc primum circulum desero, & alium assumo, ut fusius explicabo sequenti libro.

PROPOSITIO V.

Problema.

Divisio Rosæ nauticæ usurpata ab incolis oræ maritimæ Mediterranei maris.



Omnes accolæ oræ maritimæ Mediterranei maris, in vocibus nauticis conveniunt, ita ut Turcæ ipsi

ipsi tam in Miopsronibus, quam in triremibus eas usurpent. Dividunt igitur rosam Magneticam



in triginta duas partes: ea pars quæ lidio insignitur dicitur T, *Tramontana*, Meridies dicitur *Ostro*, Oriens *Levante*, Occidens *Ponente*. Inter Septentrionem & Orientem Græcus, inter Septentrionem & Occidentem Magistralis collocatur. *Siroco* inter Meridiem & Orientem situs est. *Lebesch*, seu Garbi inter meridiem, & Occidentem ponitur, atque ita octo voces habemus primarias T, *Tramontana*: G, *il Graco*: L, *Levante*: S, *Siroco*: O, *Ostro*: Leb, *Lebesch*: P, *Ponente*: M, *Maëstro*.

Alios octo intermedios per repetitionem habebimus G T, *Graco-Tramontana*: MT, *Maëstro-Tramontana*: MP, *Maestro-Ponente*: LP, *Lebesch-Ponente*: OL, *Ostro-Lebesch*: OS, *Ostro-Siroc*: SL, *Siroc-Levante*: GL, *Graco-Levante*.

Alii rumbi intermedii vocantur quartæ: Quarta Tramontanæ cum Græco: quarta Græci cum Tramontana: quarta Græci cum Levante: quarta Levantis cum Græco: quarta Levantis cum Siroco: quarta Syrii cum Levante: quarta Syrii cum Ostro: quarta Austri cum Syroco: quarta Ostro cum Lebesch: quarta Lebesch cum Ostro: quarta Lebesch cum Ponente: quarta Ponentia cum Lebesch: quarta Ponentis cum Maëstro: quarta Maëstri cum Ponente: quarta Maëstri cum Tramontana: quarta Tramontanæ cum Maëstro. Etymologia harum vocum à locis à quibus oritur ventus deducitur. Tramontana enim dicitur eò quòd hic ventus respectu Romæ à montibus adspiraret: Græcus à Græcia: Siroc à Syria: Ostro Auster: Lebesch, Lybicus: Garbino ab insula Gerbes.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Usus pixidis nauticæ.

Præcipuus pixidis nauticæ usus in ea proprietate magnetis positus est, nempe quod acus magneticæ excitatæ uno extremo ad Septentrionem, alio verò in Austrum dirigantur. Quæ igitur lineæ Nord & Sud subjicitur, ita rosam detorquet, ut illam semper Septentrionem, & punctum oppositum meridiem respiciat, atque ita cæteræ plagæ ad propria horizontis puncta dirigantur. Cum igitur idem sit rosæ nauticæ, ac horizontis centrum, & circuli concentrici similiter per lineas à communi centro ductas dividantur, & acu rosam in situ connaturali continente; possumus quocumque tempore ostendere in horizonte, Septentrionem Austrum, Orientem, Occidentem, cæterasque plagas, si nempe oculo lineas rosæ nauticæ producamus.

Hoc igitur in pixide nautica habemus, ut omnes plagas prout jacent nobis exhibeat, quod navis directionem facillimam reddit: quod in exemplo & in praxi melius, quam longiori sermone percipimus.

Suppono igitur navim Massilia Melitam solvere, & nauclerum adhibita mappa hydrographica animadvertere, ad lustrandam insulam Divi Petri quæ Sardiniæ inferiori adjacet, insistendum esse plagæ Sudesti seu Siroc. Pixidem nauticam ita disponit, ut index, seu nota quæ in latere pixidis insita est, directè respondeat proræ. Tum obverso temone, aut velis ita derotquet navim, donec linea Sudesti in pixide notata, respondeat notæ pixidis; dico his peractis protam navigii directam esse ad lineam Sudesti.

Demonstratio. Prora respondet huic notæ pixidis, ex suppositione; sed linea Sudesti eidem notæ respondet; ergo prora, seu linea ducta à puppi ad proram cum linea Sudesti, congruit.

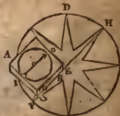
In quo elucet maximè præstantia hodiernæ navigationis, supra antiquam, nempe quod tam facilè dirigatur navis cœlo obscuro, & nubibus obsito, quam sereno, de nocte, quam de die, in aperto, quam in scotina, ita ut navis non possit ne tantillum quidem à via deflectere, quin nota pixidis recedendo à plaga proposita errorem detegat.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Alii usus acus magneticæ.

Quia sæpe compassus nauticus viriari potest, & reddi inutilis, aliquas praxes propono dirigendæ navis, ope cujuslibet acus magneticæ.



Suppono haberi simplicem acum magneticam, eamque valde parvam, qualem habent horologia portatilia. Describatur rosa rumborum. Itaque imponatur assereulo bene librato, ut rombus per quem instituenda est navigatio, verbi gratiâ D rombus Sudesti, ad proram vergat: tum ita detorqueatur navis, ut acus horologii, rosæ impositi, sit

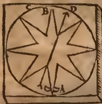
fit parallela lineæ FH Nord & Sud, dico proram ad Sudestum directam esse.

Demonstratio. Linea I O horologii respicit meridiem, cum acus magnetica illi insistat, igitur linea FH ipsi parallela meridianum respicit, igitur rosa situm nacta est congruentem, & ejus omnes rumbi cum rumbis horizontis sibi congruunt: sed rombus Sudesti ad proram spectat; ergo prora Sudestum respicit.

Posset esse difficultas in æquilibrando assercu-lo, si tamen quatuor funibus in unum coeuntibus suspendatur, & subtus pondere convenienti gravetur, æquilibrabitur.



Si rumbi descripti sint in fundo horologii horizontalis, eo ita uteris. Dirigatur linea Nord & Sud rosæ, ad protam & puppi, itaque detorqueatur navis, donec acus tantum deflectat, ad Occidentem quantum rombus propositus declinat ad orientem. Ut si procedendum esset per Sud Sudest, acus insistere deberet Rombo Sus Sudouest.



Demonstratio. Punctum D ad Aostrum pertinet, cum acus ei insistat; ergo punctum B tantum declinat à puncto meridiei versus ottom, quantum punctum recedit à puncto B versus occasum.

Possemus item uti simplici acu, quæ suberi in aqua natanti imponeretur; singulæ naves optimum magnetem habere deberent.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Pixidum nauticarum varia accidentia.

Non possum quin invehar in plurimorum nauclerorum desidiam, qui cum probè norint pixidem nauticam esse præcipuum navigationum instrumentum, à quo salus omnium & vita posita est, eam tamen ita negligunt ut etiam si fiant maximæ expensæ in reliquo apparatu, malè collocatum unum nummum existiment in comparanda optima pixide nautica.

Hi possunt committi defectus in construenda pixide.

Primò nonnunquam clavis ferreis asserculi connectuntur, & suspensorium habet cardines ferreos. Quamvis enim ejusmodi clavi; quia non nihil ab acu magnetica distant, eam omnino non attrahant, abducunt tamen pluribus gradibus, & nonnunquam rumbo integro. Ex hoc ortæ sunt navigationes detortæ, & aberrationes improvisæ, quarum exempla proferre possem innumera. Id semel Massiliensi artifici exprobravi, quia tamen tales pixides plures perfecerat, & naucleri nunquam conquesti fuerant, de sententia deduci non potuit.

Secundò cuspis styli nonnunquam obtunditur; & capitellum nonnunquam deteritur, aut rubiginem contrahit, aut sordes.

Tertiò charta incurvatur, tangitque latera pixidis, vitrum, aut fundum.

Quartò in majoribus navigationibus dum ad æquatorem accedimus, inclinatur rosa ad Austrum, habent enim hoc acus magneticæ ut inclinentur ad polum telluris propiorem. Quod experiti potea, in pixide nautica. Si enim rosa fit æquilibrata antequam acus magnetem perfentiscat, ubi magneticè excitata fuerit, ad boream inclinabitur. Si ergo accidat ut rosa inclinetur, aperienda erit pixis, & addendæ nonnullæ guttæ ceræ Hispanicæ ut restituatur æquilibrium.

Quintò nonnunquam rosa magnetica circa suum cardinem non volvitur, quod sibi bis accidisse asserit Mathematicus Parisiensis. Cum in acervo lapidum pixidem magneticam imposuisset, sed statim in pristinum restituitur.

Sextò maximus defectus pixidis nauticæ erit declinatio, cui corrigendo reliquam partem hujus libri impendimus.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

De magneticorum declinatione.

Si magnes, & acus magneticè excitatæ nulli declinationi essent obnoxiæ, haberemus principium certum navigationis, nempe rumbum seu plagam, quam decurrisset navis, & insuper lineam meridianam exactam, subsidium maximum omnibus observationibus peragendis; quia tamen nobis non contigit ita esse beatis, ut hanc variationem corrigamus, ad syderum observationes recurrendum est.

Hæc magneticorum declinatio in dubium modo revocari non potest, cum ad 30 gradus aliquando perveniat, ut volunt nonnulli, & saltem certum sit quod supra magnum pulvinum ante Canadam ad duos rumbos, seu ad 22 gradus extendatur. Nulli regulæ hactenus cognitæ hæc declinatio subjacet, cum sub eodem meridiano, & sub eodem parallelo varia deprehendatur, immò variatur in eodem loco, habeatque suam periodum.

Duplex est variatio magnetica, Orientalis, & Occidentalis. Orientalis dicitur cum Lilium quod Septentrionem directè spectare deberet ad Orientem deflectat. Occidentalis si ad Occidentem. Dicitur rosa magnetica Noroestare, & Nordestare, & in mediterraneo mari Maestrebstare, & Græcalizare. Non refero hic variorum authorum conatus, ut hanc declinationem aliquibus regulis adstringerent.

Nonnulli existimaverant à tellure obduci acus magneticas, ita prope Americam Norovestare, prope Europam Nordestare, in medio tractu nulla esset declinatio. Scio unum ex Patribus nostris in reditu Americæ post fœdam exanthlatam tempestatem, prædixisse non longè esse Europam; eò quòd acus Nordestaret, & eventum respondisse cogitatis. Nonnulli volunt in insula Corvi, quæ inter Azoridas recensetur, acum magneticam declinationis expertem esse, propereaque in ea appositè figi primum Meridianum, ab eo autem declinationem fieri Orientalem usque ad Promontorium *de las agujas*, prope promontorium Bonæ spei, ita ut in medio tractu sit maxima versus insulam Tristani, ubi tredecim graduum deprehenditur.

Hæ tamen regulæ tantum ad tempus valent, cum ut dixi periodicam mutationem patiatur pro eodem loco. Ita erat Orientalis undecim graduum Londini anno 1584, anno 1622. 6 graduum, anno 1634. 4 graduum.

Parisiis anno 1610, fuit Orientalis 8 graduum, anno 1640 trium graduum, anno 1676 fuit trium graduum Occidentalis.

Propter hanc declinationis variationem superfluum existimavi catalogum declinationum texere, eam tamen & observare, & notare debent naucleri, eorum enim observationes aliquando utiles evadent, ut aliqua excogitetur hypothesis.

PROPOSITIO X.

Problema.

Primus modus observandæ declinationis magneticæ.

Cum soleamus solis altitudinem meridianam observare, ut latitudinem concludamus, possumus eâdem operâ declinationem invenire.

Pixis nautica soli exponatur, stylumque in ejus centro erige notando in singulas solis observationes, gradum rosæ nauticæ, in quem cadit eius umbra, vel si tali stylo instructa non est pixis, notatur umbra fili supra vitrum extensi. Melius tamen filum onustum plumbo seu perpendiculum, ita pixidi admove, ut eius umbra per centrum pixidis transeat, notato gradu circumferentiæ rosæ, in quem cadit, si idem perficias donec solis elevatio decrescat, maximæ solis elevationi respondens gradus erit meridianus, nempe gradus quem umbra fili indicat, & tanta erit declinatio Magnetis quantum ab eo gradu lilium ad ortum, aut ad occasum distabit.

Quia tamen versus meridiem, solis elevationes aliquandiu in eodem statu permanent, error poterit irrepere unius, aut alterius gradus.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Secundus modus observandæ declinationis Magneticæ, nempe per stellarum elevationes.

Hæc praxis à superiore vix discrepat, nisi in modo observandi gradus rosæ cui respondet stella, quod perfici potest respiciendo per fenestellas, vel per dioptras quæ limbo pixidis additæ sunt.

Alii perpendiculum adhibent, quod ita suspensum teneat inter oculum, & pixidem ut centrum eius, & centrum stellæ secare videatur, gradus circumferentiæ in quem filum cadit, est is cui respondet stella. Opus autem est ut illuminetur pixis. Observanda igitur est sæpius elevatio stellæ, quæ ad meridianum accedit, & in singulas vices notandus est gradus rosæ cui respondet. Omnium maxima altitudo erit meridiana, & gradus rosæ cui respondebat stella, erit meridianus, à quo quantum ad ortum aut ad occasum deflectat lilium, tanta erit declinatio.

Hæc praxis eidem subjacet periculo erroris.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Tertius modus observandæ declinationis Magneticæ, stellam polarem adhibens.

Stella polaris à polo non nisi duobus gradibus & viginti quinque minutis digreditur, & anno 1700 duobus tantum gradibus cum 20 minutis distabit, quare si observemus gradum pixidis nauticæ cui respondet stella polaris, certum est quod verum Nord aut Sud ab eo non pluribus quam duobus gradibus cum triente distabit.

Certum est secundò si observetur gradus pixidis nauticæ, cui respondet stella polaris dum in meridiano sive supra sive infra polum versatur; is cum verò Nord, aut Sud congruet. Habemus autem nonnulla signa quibus dignoscimus, an meridianum attingat. Quamvis autem nonnihil hallucinaremur, quia tamen eius circulus ita parvus est, multum temporis insumit, ut recedat à polo, uno gradu.

Notæ autem sunt quæ indicant stellam polarem in meridiano versari, quoties enim quæ in femore Cassiopeiæ ita est meridiano subjacet, polaris eundem circulum attingit, quare si perpendiculum utramque stellam secet, & tertium equum majoris currus attingat, hoc est proximum anterioribus totis, tunc stella polaris est in meridiano, & altior polo, quare si ab eius altitudine duos gradus cum 25 minutis subtrahas habebis altitudinem poli.

Pariter si stella femoris Cassiopeiæ jaceat infra stellam polarem, ita ut perpendiculum utramque secet, tunc stella polaris meridianum planum infra polum attinget.

Tertiò Nocturlabium adhibere possumus. Est



autem Nocturlabium circulus divisus in 24 horas, aut in triginta duos ventos Nord superiorem

rlorem, & Zud superiorem locum occupat, instruitur regula mobili in centro perforatâ. Si ergo respiciendo stellam polarem per foramen clara *guardiarum* ut vocant, deprehenditur in



circulo horæ vespertinæ decimæ cum quadrante, vel inter Sud Sudouest, & Suduouest quard Sud. Si item duæ extremæ rotæ majoris currus in circulo horæ primæ cum tribus quadrantibus post mediam noctem, vel inter Sud Sodest, & Sudest quard Sudesti vel genu Cephei est in una hora cum tribus quadrantibus post meridiem seu inter Nord Nordnüest & Norouest quard Nord stella polaris in meridiano supra polum.

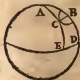
Vel si prædictæ stellæ fuerint in rumbis, aut circulis horariis oppositis stella polaris in meridiano infra polum versabitur.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Quartus modus observanda declinationis magnetica stellam polarem adhibens.

Hæc praxis exactior est præcedenti, quia nempe stella polaris, in circulum horæ sextæ matutinæ, aut vespertinæ diutius eidem verticali insistit. Adhibe ut prius Nocturlabium, & stellam polarem per foramen respice; si ultimus equus majoris currus præcisè ad Ouest, & stellam femoris Cassiopeiæ ad Est, stella polaris in circulo horæ sextæ matutinæ versabitur.





Vel quando clara *Guardiarum* versabitur in circulo horæ quartæ matutinæ cum quadrante, stella Polaris erit in circulo horæ sextæ vespertinæ, vel si fuerit clara in circulo horæ quartæ vespertinæ cum quadrante, seu paulo post Norouest ÷ Ouest, stella polaris erit in circulo horæ sextæ matutinæ.

Quando duæ rotæ posteriores majoris currus attingent horam septimam matutinam cum tribus quadrantibus, stella polaris erit in Ouest; erit autem in Est si hæ posteriores totæ horam septimam vespertinam cum tribus quadrantibus attingant.

Cum certò constabit stellam polarem esse in rombo Est, si pixidem consulas gradumque notes stellæ respondentem, is distabit duobus gradibus cum triente à vero Nord, si tamen fueris prope æquatorem; quod si ab eo longius distes, major etiam erit distantia.

Demonstratio. Polus sit B, Zenith A, stella polaris C, horizon DE; punctum E exhibet gradum cui stella polaris respondet, & punctum D est verum Nord. Supponamus elevationem poli DB esse 40 graduum, AB est eius complementum 50 graduum, angulus ABC rectus est, quæritur arcus DE seu angulus BAC.

Fiat ut sinus arcus AB 50 graduum
ad sinum totum seu arcus AD 90 graduum;
ita tangens BC duorum graduum & 20 min.
ad tangentem ED.

Adde Logarithmum sinu totius	10. 0000000
ad logarith.tang.gr.2.20.	8. 6006767
habebis summam	18. 6006767
E qua subtrahes Log.sinus Gr.50.	9. 8842546
Restat Logarithmus tang.	8.7164221 duorum graduum min.51.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Quintus modus observanda Magnetica declinationis per stellas circumpolares, qua per verticem non transeunt.

Vide figuram præcedentem.

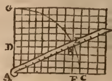
Hic modus exactus est, & facilis, respondetque praxi Astronomieæ qua quæritur linea meridiana. Adhibeatur quæcumque stella circumpolaris cujus nempe circulus ad verticem non pertingit, utamur, verbi gratia, Clara Guardiarum, cujus distantia à polo non excedit 54 gradus & minuta 23. Observetur eius maxima distantia à rumbo Nord, quæ inveniatur graduum 30. Sit ergo (*in figura præcedenti*) polus B, Zenith A, stella C, formatur triangulum A C B cujus angulus C rectus est, cum circulus verticalis ACE tangat circulum in puncto C, per quod ductus est arcus CB transiens per polum minoris circuli; quare (*per 1. 2. Theodosii*) arcus CB transit per polum verticalis circuli A C E, atque adeo angulus C rectus est ut inveniatur arcus DE, seu angulus DAE,

Fiat ut sinus arcus AB complementi elevationis poli DB
ad sinum totum;
ita sinus arcus BC distantiæ stellæ à polo gr.14.23
ad quartum, invenienturque gradus 18, minuta 55 min.

Possunt adhiberi Logarithmi: hoc est adde Logarithmos sinus graduum 54, 23, & sinus totius, & subtrahe ex summa Logarithmum complementi elevationis poli, nempe 50 graduum, & restabit Logarithmus sinus graduum 18, 55. Sed supponebatur observata distantia verticalis stellæ à lilio fuisse 30 graduum. Subductis igitur 18, 55 ex 30 restant

restant gradus 11, 5 declinatio Occideotalis lilii à vero Nord.

Idem triangulum solvi potest supra quadratum



redoctionis quod proponam inferius. Numera supra regulã AB, quam volo esse divisam in tot partes quot sunt gradus in complemento elevationis poli, verbi gratia, in nostro exemplo 50, ex A in B, ita ut quodlibet iotervallum sumatur pro duabus aut tribus partibus, pro quotquot volueris. Numera item in latere latitudinum nempe AD 14 gradus,& min. 15, ita volvatur regula donec punctum B in ea notatum attiogat parallelum B D, Angulus BAC est is qui quæritur.

Idem præstari potest ad partes Oecidentales, non tantum pro clara Guardiarum, sed etiam pro qualibet alia stella, ita ut qualibet hora noctis possit observari declinatio pixidis.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Sextus modus observanda declinationis Magnetica per ortum & occasum solis aut stellarum.

Observa gradus pixidis nauticæ, quibus sol respondet quando oritur, & occidit. Arcum inter hos gradus ioterceptum divide bifariam, gradus ille intermedius erit verum Sud, & oppositus verum Nord, cui si congruat Lilium nulla erit declinatio, Lilij verò distantia erit declinatio.

Hieme quando dies sunt noctibus minores, comparandus est ortus cum occasu ejusdem diei, ne tanta sit distantia inter utramque observationem. Æstate verò comparandus est occasus unius diei, cum ortu subsequenti.

Idem haberi potest per stellas, nempe comparando gradus pixidis nauticæ quibus respondet stella, quando oritur, & occidit. Et ne tempus inter utramque observationem sit nimium, assumi possunt stellæ valdè australes quæ supra horizontem aliquibus tantum horis commorantur, vel Boreales quæ sub horizonte brevissimo tempore latent, ut stella quæ in extrema cauda majoris ursæ; hæc enim in latitudine gradnum 38 vix una hora sub horizonte delitescit. Quare si consulas tabulam complementum declinationis dabit latitudinem in qua stella quælibet horizontem attingit.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Septimus modus observanda magnetica declinationis, per duas ejusdem Sideris elevationes æquales.

Observetur solis elevatio duabus circiter horis ante meridiem & simul gradus pixidis nauticæ cui respondet. Observetur pluries post meridiem ejusdem solis elevatio, donec inveniatur æqualis antemeridianæ, paritetque notetur gradus rosæ magneticæ, cui respondet. Arcus inter hos gradus matutinum, & pomeridianum interceptus dividatur bifariam, habebisque verum Zud.

Hæc praxis transferri potest ad stellas, iisque potiori jote convenit, eò quòd earum declinatio eadem perseveret. Possunt autem comparari duæ elevationes æqualiter distantes, à puncto meridiano, in quo maximam habent elevationem. Sed etiam assumi possunt duæ elevationes ejusdem stellæ, æqualiter distaotes à puncto maximæ depressionis; intelligo de stellis borealibus, quæ attingunt circulum mediæ noctis inter polum, & horizontem.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

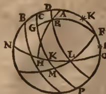
Octavus modus observanda magnetica declinationis, unica solis, aut stella observatione.

Hæc sola praxis sufficere posset, ad correctionem omnimodam pixidis nauticæ cùm usurpari possit quolibet tempore, unicaque egeat observatione.

Supponit autem haberi declinationem syderis. Sed tabula quatoor annorum exhibet pro quolibet die, & qualibet hora solis declinationem.

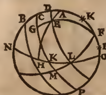
Quilibet item Nauclerus habere debet tabulam declinationis præcipuarum stellarum. Supponitur item cognosci elevatio poli. Quæ quamvis non haberetur exacta, deficeretque aliquibus minutis immò & uno gradu, non esset maximè curandum, quamvis enim in declinatione Magnetis observanda error irreperet, unius, aut alterius gradus, non esset magni momenti.

Hoc problema invenitur in mea Trigonometria sub hoc titulo tribus cognitis trianguli lateribus invenire quemlibet angulum. Ulac in sua tabulis



illud ita proponit. Data elevatione poli FO, altitudine solis HE; & FE complemento declinationis solis, seu eius à polo distantia, invenire eius Azimut,

Azimut, seu verticalem, hoc est angulum HAO, seu arcum OH.



Si ergo observatur altitudo solis duabus, aut tribus horis ante meridiem, una cum gradu cui in pixide respondet, qui verbi gratia distet à meridiano 50 gradibus. Supponatur esse dies ultima Aprilis anni 1676, sit altitudo solis HE graduum 47, & complementum eius EA 43. Declinatio solis pro eo die est graduum 15, min. 7: quia autem observatio est ante meridiem, subtraho ex declinatione unum, aut alterum minutum, ita ut declinatio sit borealis graduum 15, min. 6, & complementum eius seu distantia solis à polo FE, erit graduum 74, min. 54. Quare in triangulo EAF habentur tria latera, nempe EF Gr. 74, 54, AE 43; & AF graduum 50; quæritur angulus EAF, seu arcus HO ex quo innotescit arcus HN.

Complemeotum Arithme. AE 43.		0. 1662167. A
Complementum Arithme. AF 50.		0. 1157460. B
Logarith. differentiæ lateris AE 40. 57.		9. 8165066. C
Logarith. differentiæ AF 33. 57.		7. 7469991. D
		19. 8454685. E
		9. 9227322. F
	Gr.	56. 48.
	Duplum	113. 36.
	Restat	66. 24.

Primò sumo complementa arithmeoiea laterum AE, AF hoc est subtrahu logarithmom sinus horum laterum, à logarithmo sious totius, restantque A & B complementa Arithmetica; Exinde facio summam trium laterum quæ invenitur graduum 167 & min. 54, & semisummam 83, 57. Ex qua subtraho singula latera AE, AF, ut habeantur eorum differentiæ ex semisumma, & scribo logarithmos sinuum harum differentiarum, nempe C & D. Addo A, B, C, D, fitque summa E, cujus semissis F est logarithmus sinus graduum 56, 48; cujus duplum 113, 36, est angulus EAF, seu arcus OH, quare reliquus HN erit graduum 66, 24. Si ergo à gradu cui sol respondebat tempore observationis numeres gradus 66, 24, invenies verum Sud, & gradus ei oppositus erit verum Nord.

Eadem praxis adhibetur etiam quando observatio est pomeridiana, nisi quod procedendum erit ad eontrarias partes.

Valet eadem methodus observata elevatione cujuslibet stellæ notæ declinatioois.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Nonus modus observandæ Magneticæ declinationis in globo.

Quia quibuslibet Naucleris praxes trigonometricas proponere non debemus, superiorem praxin oonnihil mollire conabimur. Supponamus ergo observata solis altitudine, una cum gradu pixidis cui respoodet, data item elevatione poli, & declioatione solis, problema ita soluere potes.

Disponatur globus secundùm latitudioem totæ regionis, elevato polo supra horizontem. Transferatur lamina ærea ad Zenit, in qua numerabis elevationem solis. Ita volvatur hæc lamina eirca Zenith; donec locus solis attingat parallelum quem eo die decurrit, & quem eius declioatio indicat. Gradus horizontis inter meridianum, & laminam comprehensi, exhibent distantiam veri Zud, à gradu pixidis, cui sol respondebat.

Fuerit verbi gratia observata elevatio solis antemeridiana graduum 47, in latitudine graduum 40, sole declinante ad boream grad. 15 min. 7. Attolle polum gradibus 40 supra horizontem, numera in lamina ad Zenith traoslata, gradus 47, eamqoe ita volve, donec gradus 47 laminæ insistat parallelo declinanti ab æquatore gradibus 15 mio. distabitque lamina à meridiano grad. 66, min. 24. Quare si numeres 66 gradus, & 24 mio. in pixide nautica, initio facto à gradu cui sol respoodebat, invenies verum Zud.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Decimus modus observandæ Magneticæ declinationis, per Astrolabium.



Cum Naucleri communiter globis majoribus careant,

careant, Astrolabiaque majora facilius habeantur, & transferantur, idem problema per Astrolabium universale solvendum propono. Intelligo autem per Astrolabium universale illud in quo mappæ geographiæ universales describuntur. Possemus ergo usurpare unum hemisphærium hujusmodi mappæ, nisi quod meridiani & paralleli sint tantum ducti deni & deni, requirerentur autem singuli gradus. Deberet tale Astrolabium esse agglu-



tinatum asserculo, & instrui regula circa centrum volubili præferente brachiolum. Proponatur ergo superius exemplum, nempe observata sit altitudo solis graduum 47, in latit. graduum 40, sole declicante ad boream gradibus 15, min.7. Ita disponatur regula horizontem repræsentans ut polus supra illam elevetur gradibus 40. In tali situ brachioli apex admovetur puncto æstimato paralleli declinantis ad boream gradibus 15 min.7. Tum regula ad æquatorem transferatur. Si tunc cuspis brachioli distat ab æquatore gradibus 47, eadem indicabit verticalem in quo sol existit. Si verò brachioli index regula ad æquatorem translatâ non incidit in 47 Almicantarath, repetenda est operatio, hoc est reducenda est regula secundùm latitudinem regionis & brachiolum promovendum ad aliud punctum paralleli declinantis 15 gradibus, reducendaque ad æquatorem donec indiculus insistat gradui elevationis solis, indicabit enim verticalem circulum in quo sol existit, distantem à meridiano gradibus 66. Si ergo numeres gradus 66 initio facto ab eo gradu pixidis nauticæ cui sol respondebat.

Tanti æstimo hoc problema, ut propterea existimem operæ pretium esse, ut propterea quilibet nauclerus habeat Astrolabium.

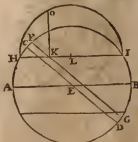
PROPOSITIO XX.

Problema.

Undecimus modus concludendæ Magneticæ declinationis per Analemma ex unica observatione.

Analemma est species astrolabii, quod nullo negotio describere possumus quantum ad præsens institutum. Suppono autem datam latitudinem, elevationem solis, & eius declinationem.

Describatur quicumque circulus ACBD meridianum repræsentans, in quo ducatur diameter AB pro horizonte. Arcus AC sit æqualis com-



plemento elevationis poli, erit CED æquator. Abscindantur hinc inde CF, DG æquales declinationi solis, linea FD repræsentabit parallelum quem sol eo die decurrit. Abscindantur item arcus AH, BI singuli 47 graduum nempe æquales elevationi solis observatæ; linea HI erit circulus elevationis solis, qui cum à suo parallelo non digrediatur, erit sol in puncto K. Quare circa lineam HI semicirculo, & educta perpendiculari KO, erit arcus OH, distãtia verticalis in quo sol versabatur, tempore observationis, à meridiano, nempe graduum 66. Quare incipiendo ab eo gradu pixidis nauticæ cui sol respondebat tempore observationis, si numeres 66 gradus procedendo versus meridiem invenies verum Zud.

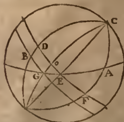
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Invenire amplitudinem ortivam, aut occiduam.

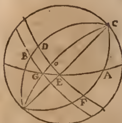
Praxis quæ communiter usurpatur ad inveniendam Magnetis declinationem, supponit cognitam esse amplitudinem ortivam, propterea que apposui tabulam amplitudinum ortivarum. Ne quid autem in hac materia omittam, in hac propositione trado modum supputandæ tabulæ, vel amplitudinis sine tabula inveniendæ.

Amplitudo ortiva est arcus horizontis interceptus, inter punctum veri ortus, seu ortus æquinoctialis, & punctum in quo astrum oritur.



Ut si supponamus horizontem esse GA, punctum veri ortus esse E, si sol æstare oritur in A, erit

erit arcus AE amplitudo ortiva borealis; si verò sol oriatur in G ut hyeme, erit arcus GE amplitu-



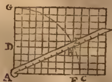
do ortiva Australis. Si punctum E esset verum Oüest, & sol occideret in A, esset arcus AE amplitudo occidua borealis; si verò occideret in G, arcus GE foret amplitudo occidua Australis.

Hæ amplitudines mutantur in variis latitudinibus, & sequuntur sydetum declinationes. Facilè autem eas invenies instituta regula trium, nam in triangulo EAF si fiat ut sinus anguli EAF, complementi elevationis poli, seu inclinationis æquatoris cum horizonte, ad sinum lateris AF declinationis solis, ita sinus totus, seu sinus anguli recti F, ad sinum amplitudinis ortivæ AE.

Per logarithmos verbi gratiâ quæratur in latitudine graduum 42 amplitudo ortiva sydetis declinantis 15 gradibus.

Logarithmus sinus totius	10. 0000000
Logarithmus sinus 15 gr.	9. 4129962
Summa	19. 4129962
Subtrahe logarithmum sinus complementi lat. 42. seu 48	9. 8710735
Restat logar. sinus amplit. ortivæ graduum 20. 23.	9. 5419227

Si utendum sit sinubus, commodius erit retrahere sinum totum ad primam sedem. Hoc modo fiat: ut sinus totus ad secantem elevationis poli, ita sinus declinationis ad sinum amplitudinis ortivæ. Quare si multiplices secantem elevationis poli per sinum declinationis, & ex producto tot deleas cyphras ad dexteram, quot sunt o in sinu toto, habebis sinum amplitudinis ortivæ.



Amplitudinem ortivam invenire potes quadrato reductionis hoc modo. Fiat angulus GAB æqualis elevationi poli, numera in latere AG declinationem AD, ita ut quodlibet intervallum æquivaleat quot volueris gradibus, sequere parallelum DB donec attingat regulam, eritque AB amplitudo ortiva.

Quamvis hæc praxis non sit præcisa, puto tamen eam sufficere ad præsens institutum.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Duodecimus modus inveniendæ magneticæ declinationis per amplitudines ortivas.

Primò proponendus est usus tabularum amplitudinum ortivarum. Quære in fronte seu prima linea tabularum latitudinem regionis in qua versaris, verbi gratiâ, 30 graduum. Quære item declinationem sydetis in prima columna, verbi gratia, 15 graduum, sequere lineam 15 graduum, inveniesque sub titulo latitudinis 30 gradus amplitudinis ortivæ 17. 23.

Cognita amplitudine ortiva, oriente sole, expono meam pixidem magneticam, solemque per pinnulas respicio, ita ut cognoscam gradum cui sol respondet, tum numero gradus 17 & min. 23 tendendo ad lineam Est. Si hic decimus septimus gradus coincideret cum linea Est nulla foret declinatio. Distantia autem hujus decimiseptimi gradus à puncto Est pixidis, erit declinatio; nam ille gradus est verum Est, cujus respectu si rombus Est pixidis est borealior, declinatio erit Occidentalis, si Australior erit Orientalis.

Idem præstandum circa amplitudinem occiduam. Nisi quod invento illo decimo septimo gradu qui erit verum Ouest, invento scilicet per solem, si rombus Ouest pixidis est illo borealior, declinatio magnetis erit Orientalis, si Australior occidentalis.

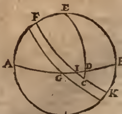
PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Correctio amplitudinis ortivæ ratione refractionis.

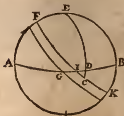
Si quis ad ultimam usque præcisionem procedere velit, quamvis id minimè necessarium judicem, poterit nonnulla correctione uti: quam hac propositione explico.

Certum est solem apparere in horizonte dum adhuc latet sub horizonte, refractione illum apparenter attollente; quare dum oritur, est in alio verticali, quam deberet. Quod ut explicem,



Supponatur horizon AB, parallelus quem sol percurrit CF sol deberet oriri in puncto I; ita ut

ejus amplitudo ortiva eſſet GI, qualem tabulæ exhibent, quæ nullam habent rationem refra-



ctionis. Supponatur ſol adhuc latere ſub horizonte in C, ita ut appareat in D propter refractionem. Facilè autem poſſumus ſupputare arcum ID, cum parvum triangulum IDC pro rectilineo poſſit aſſumi. Cum igitur angulus D rectus ſit, angulus IDC ſit æqualis complemento elevationis poli, angulus ICD æqualis erit elevationi poli, refractio DC eſt ſecundum Tychonem min. 34. & 30 pro ſtellis, quamvis hanc diſtinctionem ſemper rejecerim. Fiat igitur,

ut ſinus complementi elevationis poli
ad ſinum elevationis poli,
ita ſinus 30 minutorum
ad ſinum arcus ID.

Latitudo. Grad.	*Refractio amplitud. min.*	
5	3	
10	5	
15	8	
20	11	
25	14	
30	18	
35	21	
40	25	
45	30	
50	35	
55	43	
60	51	
	Gr.	mi.
65	1	8
70	1	3
75	1	52

Hîc appono tabulam erroris, quem refractio inducere poteſt in amplitudinem ortivam, retrahendo ſemper aſtrum versûs polum apparentem.

Uſus autem tabulæ facilis eſt. Refractio auget amplitudinem ortivam & occiduam borealem, minuit autem utramque auſtralem. His tamen minutiis non puto nauleros intricandos, volui tamen hanc notationem non omittere,

PROPOSITIO. XXIV.

Problema.

Decimus-tertius modus inveniendæ declinationis magneticæ, per quodlibet horologium universale.

Ut hanc materiam exhauriam, proponam hunc decimum tertium modùm, nempe ut habeatur quodcunque horologium univerſale, æquinoctiale tamen non videtur accommodatum; ſed meridianum, aut polare. Deſcribatur igitur in aſſeculo duobus circiter pedibus longo, & lato uno cum dimidio horologium meridianum, ſeu horologium in plano meridiano; ſtylus autem ſit ſaltem uno pede longus, & ut exactiorem umbram efficiat, habeat adjunctam laminam perforatam, ita ut pro umbra, radius ſolaris tranſmittatur. Inſcribantur autem horæ aſtronomicæ paralleli non tantum ſignorum, ſed circuli declinationum, ſeu paralleli æquatoris per ſingulos gradus. Deſcribatur item quadrans circuli ſatis magnus, in cujus centro vice perpendiculi appendatur regula ſatis gravis. Poterit autem idem horologium pomeridianis, & antemeridianis horis eſſe uſui, modo diſponatur diverſimodè.

Uſus talis erit. Lucente ſole matutinis verbi gratiâ horis, exponatur horologium ſoli, ita ut planum ejus ſit verticale, & regula vicem perpendiculi tenens indicet gradum elevationis poli, quam ſuppono aliunde cognitam. Licet autem aberraretur nonnihil in elevatione poli, non eſſet valde curandum. Ideoque ſolam requiro æſtimatam latitudinem. Tum ita detorqueatur totum inſtrumentum donec radius per foramen tranſmiſſus incidat in ſolis declinationem, quæ item habetur ex tabulis declinationum, tunc planum horologii planum meridianum obtinebit, quare ſi illud pixidi magneticæ applices, facilè animadvertes, an quadret cum linea Nord & Sud pixidis nauticæ.

Horologium illud poſſet eſſe uſui uſque ad decimam matutinam, & à ſecunda pomeridiana ad veſperam.

Poſſet horologium polare adhiberi à nona matutina ad tertiam pomeridianam, ideoque ſatis eſſet ſi tres aut 4 horas præferret. Deberet autem ei adjungi aliud planum ad angulos rectos, in quo pariter deſcriberetur quadrans circuli, nempe ad diſponendum inſtrumentum ſecundùm elevationem poli. Si enim ita elevetur, ut regula quæ in plano illo adjuncto vices perpendiculi tenet, indicet latitudinem regionis & radius per ſtylum trajectus incidat in gradum declinationis, ſolis limbus inferior plani directus erit ad lineam veri Eſt, & Oüeſt atque adeo ſi unum latus pixidis ei congruat, facilè animadvertetur quanta ſit eius declinatio.

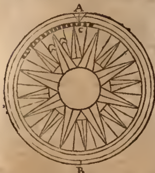
PROPOSITIO XXV.

Problema.

Cognita declinatione Magnetica, Pixidem nauticam & rombos corrigere.

Nonnulli vellent ita pixidem nauticam corrigere,

gere, subjiciendo acum, non lilio; sed gradui declinationis, verbi gratia si declinatio extenderetur usque ad Nord Nordest, seu Orientalis 22 graduum, subjiceren acum 22 gradui, sic enim dum acus ad hoc punctum horizontis rederet, lilium ad verum Nord dirigeretur.



Dico ergo primò tales pixides nunquam construendas esse, seu non expedire ut ita construantur. Ratio est quia hujusmodi pixides essent tantum utiles pro uno determinato loco,& adhuc pro aliquo determinato tempore. In aliis verò locis difficillimum esset illis uti, ita ut peritissimus quique hallucinari posset. Secundò notari non posset declinatio nec fieri catalogus declinationum, quæ enim observatur respectum habet ad pixidem ordinariam.

Dico secundò, non esse usurpandam praxin illam, quâ nonnulli rosam chartaceam mobilem imponunt crassiori illi chartæ cui annexa est acus, ut si extremitates acus essent A & B, si deprehenderetur acus Nordestare verbi gratia 10 gradibus, decimus ille gradus declinationis,nempe C,transferretur in A.Cum igitur acus tendat ad punctum illud declinationis, lilium ad verum Nord dirigetur. Hæc methodus quidem facilis est, quia tamen singulis ferè diebus aperienda esset pixis, quoties nempe nova occurreret declinatio, vitiatur acus, rubiginem contrahit, & virturem magneticam amittit. Possent quidem haberi duo circuli divisi in rosas, separati à pixide, quibus uteremur ad corrigendam pixidem. Supponamus enim circulum inferiorem repræsentare rombos pixidis non correctos, & superiorem exhibere rombos correctos, ponendo lilium inferioris in puncto declinationis notato in superiori circulo, rombum verum per quem navigandum esset, quærerem in superiori circulo, & viderem rombum inferioris circuli ipsi respondentem, per quem scilicet navigandum esset. Et hanc methodum maximè probo ad determinandam nauclerorum imaginationem.

Quod autem hic duobus circulis separatis præstari potest, id mente præstare possumus, hoc est correctio quam apponimus contrarium declinationi motum habere debet, hoc est si declinatio procedit à Nord versùs Est, correctio procedere debet contrario motu, à Nord ad Noroüest; In exemplo melius innotescet correctio.Supponamus Acum Nordestare gradibus 22 cum dimidio, ita ut lilium pixidis respiciat punctum reale horizontis Nord Nordest,quare defectus procedit à Nord ad Est, correctio motum contrarium babere debet, nempe si procedere velim per verum Nord, debeo uti rombo Nord Noroüest pixidis.Si velim procedere per verum Noroüest,seligendus sit rombus Oüest Noroüest. Si velim procedere per verum Oüest,debeam uti pixidis rombo Oüest Sudoüest, loco veri Sud usurpandus esset rombus Sud Sudest, loco Est, Est Nordest.

E contra si declinatio Occidentalis esset verbi gratia in quarta Nord ad Noroüest, pro verò Nord assumerem in pixide Nord quard Nordest: pro Nordest, Nordest quard Est; pro Est, Est quard Sudest: pro vero Sud: Sud quard Sudoüest; pro vero Oüest, Oüest quard Noroüest.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Pixis nautica nulli obnoxia declinationi.

Hanc pixidem nauticam propono tantum animi gratia, estque desumpta à Patre Grandamy



Societatis nostræ. Utitur acu chalibea 6 circiter pedes longa, quam suberi inserit, aut affrumi- nar cono cupreo, ita illam aquæ imponit, ut extremitas quæ boream spectare deberet locum inferiorem, australis superiorem obtineat. Hæc acus post aliquus gyros, & vacillationes semper eundem situm affectat, hoc est si suberi aut cono imponas rosam chartaceam, & observata vera linea meridiana, lilium ad eam transferres, & rosam hanc chartaceam suberi, aut cono agglutinares, vult quod lilium ab acu semper ad lineam meridianam dirigatur.

Quamvis id verum esset, motus tamen hujusmodi acus ita lentus est, ut navigationi sit prorsus inutilis.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Cur qui ad orientem mediterranei maris navigant, quarta venti integra deflectere cogantur.

Celebris est hæc quæstio Massiliæ, & quæ vulgò in specimen doctinæ à peritioribus tanquam insolubilis proponitur. Hanc jam à septuaginta annis propositam legi à Commendatore de Fumée Generali Melitensium triremium. Tunc erat quæstio difficilis eò quòd declinatio Magnetis non

 esset

esse probè cognita: modò vero facilior censetur.

Creta & Melita sub eodem parallelo jacent, si tamen navis dirigatur per rombum, Est pixidis nauticæ, deflectet ad Nord, ita ut directè procedatur, quarta venti danda est sinistræ, ita enim communiter loquuntur seu deflectendum ad dexteram, seligendusque Rombus sequens Est, quard de Sudest, & quod mirum nonnullis videtur, eadem cautio in redim adhibenda est, seu seligendus rombus oppositus Oüest quard de Noroüest.

Nonnulli existimarunt id præstandum esse, propter aliquem aquæ fluxum. Non dubitamus esse fluxum aliquem aquæ, seu currentes in mari. Primò quidem est aliquis generalis à partibus polaribus ad æquatorem ut suppleatur evaporatio quæ in zona torrida ob continuum solis perpendicolariter imminentis ardorem. Hic fluxus in currens in Promontorium Spartel Africæ, per fretum Gaditanum mare Mediterraneum subit, totamque oram Barbariæ ab Occidente in Orientem delatus legit, usque ad Promontorium Bon, ubi ad fretum Sidræ descendit, tum ex alia parte regreditur ad Ptolometam, fertur ad Ægyptum, exinde ad Septentrionem reflectitur ad Syriam usque ad Alexandretam, ubi ad Occidentem reflectitur secundum oram Caramaniæ, tum littora Italiæ, Provinciæ & Hispaniæ legens, per fretum Gaditanum, in Oceanum regreditur. Tunni videntur, ab hoc fluxu deferri, ideoque qui ad oram Barbariæ, aut propè Sardiniam capiuntur, ad Orientem cursum habent, suntque pingues, qui verò in littoribus Italiæ, & Provinciæ sunt Macilentiores & ad Occidentem feruntur, vulgoque dicuntur *di Ritorno*.

Fateor quidem ad resistendum huic fluctui, utendum esse rombo pixidis nauticæ valdè diverso, ab eo quem mappæ indicant: Verbi gratia licet Tabarca sit ad Austrum respectu Galitæ, utendum tamen est Sud quard de Sudoüest. Pariter ut eatur Cypro Alexandriam Ægypti, deflectendum est ad dexteram ferè duabus quartis præcipuè Nilo inundante. Pariter ut eatur ex Insula Cypro in Syriam, aut Sataliam, sed in reditu deflectendum est ad sinistram. In exemplo verò nostro tam eundo, quam redeundo, ad dexteram eundum est; ergo fluxus maris, seu currentibus, hanc aberrationem tribuere non possumus.

Alii verò existimarunt erroneas esse mappas hydrographicas, ideoque rombum alium esse eligendum quam qui ab iis indicaretur. Fateor quidem mappas hydrographicas Massilienses, esse pessimè compositas. In iis enim Constantinopolis in eadem latitudine, ac Venetiæ collocatur, nempe graduum 45, cum tamen latitudo Constantinopolitana gradus 41 cum triente non excedat. Innumeris exemplis facilè evincerem mappas Massilienses esse pessimè compositas. Nihilominus cum cernimus sit Candiam & Melitam eidem subjacere parallelo, non est tamen utendum rombo Est in ea navigatione, alteri causæ ea deviatio tribuenda est.

Supposito igitur quod etiam nunc deflectendum sit uno rombo, cum ad partes Orientales maris Mediterranei proceditur; assero hujus deviationis causam aliam non esse, quam declinationem Magnetis, quæ in his partibus Occidentalis est, ut notatum vidi in nonnullis Portulanis seu diariis Hollandicis.

Demonstratio. Supposito quod pixis nautica declinet ad Noroüest uno rombo, omnes rumbi falsi erunt, & error ex Nord ad Noroüest procedit. Cum ergo rombus Est pixidis ascenderit ad quartam Estis ad Nordest, verus rombus Est erit in quarta Estis ad Sudest. Objici posset quod si hoc verum sit, eadem regula observanda erit in reliquis navigationibus, verbi gratia dum proceditur ex Sud ad Nord.

Respondeo me id fateri ultrò, quidquid dicant aliqui, asserentes in navigationibus Nord & Sud eandem regulam non observari; ut nempe majorem reddant difficultatem, addo nullam esse navigationem majoris momenti à Sud ad Nord.

Secundò, fieri potest ut alia sit declinatio in alto mari, alia in littoribus.

Tertiò, propter currentes dum proceditur ad Nord, vel ad Zud, præcipuè prope littora alias observandas esse regulas.

Quartò, mappæ non sunt ita exactæ ex Nord in Zud, ac ex Est in Oüest, atque adeo fieri potest ut regiones in mappa sint dispositæ secundum Meridianum Magneticum, & non secundum cœlestem nulla observatione errorem detegente, cum longitudo observabilis non sit, at verò observatio latitudinis efficit ut regiones rectè collocentur secundum debitam latitudinem.

Quæritur an mappa fieri possit, in qua regiones collocentur, secundum rombos pixidis non correctæ, ita ut nulla esset habenda ratio declinationis.

Respondeo id fieri non posse, quia declinatio non est ubique eadem nec semper, quare post aliquod tempus foret erronea.

DE NAVIGATIONE
LIBER QVARTVS.
De Loxodromiis.



QVAMVIS scientia Loxodromica videatur difficilis, earumque theoria superare capacitatem nauclerorum communium, qui solam praxin spectare debent; quia tamen nihil in hac materia demonstrare possum, quin intelligatur natura illius lineæ, quam ductu ejusdem rombi pixidis nauticæ, supra superficiem telluris decurrit navis, totam hanc doctrinam ad sua principia revocabo. Id eò lubentius facio, quòd sit hic Lydius lapis quo nonnulla praxes à multis parum in Geometria versatis proponuntur, & quæ aliquando à vero abludunt. Talis autem erit ordo hujus libri. Primò præmittam nonnulla Theoremata quibus Loxodromiarum naturam explicabo, tum docebo methodum supputandarum tabularum. Tertiò usus tradam ad directionem navigii, sola utendo additione, & subtractione. Quartò solvam omnia problemata nautica, per sinus, tangentes, & secantes, detegamque errores qui in hac materia per medium parallelum committuntur, & quænam vera correctio debeat adhiberi. Has ergo methodos doctioribus propono, faciliores & geometricas libro sequenti propositurus. Si enim nauclerum instituendum susciperem, nollem eum arithmeticis calculis intricare, in quibus nisi sit exercitatissimus potest in gravissimos errores impingere; solas praxes geometricas easque facillimas ei proponerem. Quia tamen sapientibus, & insipientibus debitor sum, in hoc libro praxes arithmeticas difficiliores propono. In sequenti Geometricas & faciliores traditurus.

PROPOSITIO I.

Theorema.

De natura lineæ loxodromicæ, quam describit navis ductu ejusdem Rhombi pixidis nauticæ.

Linea loxodromica originem suam ducit, ex præcipuo navigationum instrumento scilicet ex paxide nautica. Clarum enim est quod si sequamur eundem rumbum obliquum pixidis nauticæ, verbi gratiâ Sudestum, linea quam decurret navis cum omnibus meridianis angulum graduum 45 comprehendet; quærimus igitur quænam sit illa linea, quæ cum omnibus meridianis angulum semirectum efficit.

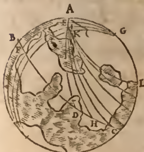
Diximus supra rosam pixidis nauticæ exhibere horizontem, & lineas romborum esse communes sectiones verticalium, cum plano horizontis, quæ pro iisdem circulis assumi possint. Notandum tamen eundem maximum circulum qui respectu alicujus regionis verticalis alicujus munere fungitur, respectu alterius regionis alterius verticalis munere fungi; verbi gratiâ si solvo massilia per Sudestum, seu 45 verticalem, dum multum progressus insistendo semper eidem verticali, tandem hic circulus non amplius cum meridiano angulum eundem efficiet, & consequenter non indicabitur à linea Sudesti, quæ aliam verticalem ostendet; quare si imperatum sit ut semper sequar eandem lineam Sudesti, initio insistam circulo verticali, qui erat 45 respectu illius horizontis è quo profectus sum, hunc autem postea deseram, quia cum alio meridiano ad quem scilicet perveni, non efficit angulum 45 graduum; sed minorem: quare si dirigar semper per eandem lineam pixidis nauticæ, non percurram maximum circulum; sed aliam lineam curvam.

Hæc difficultas jam olim Nonio proposita fuit à celebri nauclero in hunc modum: Rumbus Orientalis seu Est, exhibet circulum maximum, sed duo circuli se bifariam secant (*per 11.1.Theodosij*) igitur circulos maximus quem rombus *Eitu* repræsentat, secat æquinoctialem circulum



Quod manifestum est ex eo quod sol die æquinoctii oriatur in ea linea, nempe oriatur in rombo

Est & occidat in *Ouest*; quare hi duo rombi producti æquatorem secant, unde fit ergo ut si directionem horum rhomborum sequatur navis, percurratur parallelus.



Demonstratio. Suppono navim profectam ex puncto A latitudinis graduum 45, navigare per rombum *Est*, qui cum meridiano angulum rectum efficit, atque adeo per polum ejus transit (*per* 15.1. *Theod.*) Sit ergo talis circulus AD secans æquatorem in D polo meridiano, eruntque arcus AD, BD quadrantes. Supponamus navim pervenisse in E, deprehendo (*ex* 18. 4. *trigonometria*) angulum externum DEG majorem esse interno opposito & recto DAG. Quare qui ad clavum sedet, cui nempe imperatum est, ut per rhombum *Est* procedat, & cum meridiano angulum rectum efficiat, cum majorem observet, detorquet navim & relicto eo priori circulo, qui erat Rhombus orientalis respectu loci è quo profectus est, eum describit, quia non est idem rombus respectu loci ad quem pervenit, & per alium rombum orientalem proprium loci in quo est dirigit navim; idem ipsi accidit in I & in K quare eum debeat semper cum meridianis omnibus angulos rectos efficere, percurrit parallelum DE.

Hæc est natura harum linearum, quarum naturam sequentibus propositionibus explico. Mihi sit satis in hac ostendisse, quod licet lineæ Rhomborum in pixide notatæ tales sint, ut si mente producantur, circulum maximum indicant, si tamen earum directionem sequamur, hunc circulum relinquimus; quia linea eadem transsita alium circulum indicat.

COROLLARIUM.

Linea descripta à navi directa per eundem pixidis Rhombum, non est semper maximus circulus, nec circulus positionis ut vocant, sed est alia linea cujus naturam explicabo.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Navis delata per Rombum Nord & Sud meridianum describit.

Suppono navim quæ sequatur rumbum Nord & Sud per pixidem carentem declinatione notatum, dico eam meridiano eidem insistere sine ulla longitudinis mutatione.

Demonstratio. Linea Nord & Zud in pixide nautica est communis sectio horizontis, & meridiani, & ab eius plano non digreditur; ergo licet in ea linea provectus sim, non excedo ab eodem plano, lineaque quam de novo indicabit idem Rhombus Nord & Sud, erit communis sectio ejusdem meridiani cum alio horizonte, atque ita consequenter.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Navis sub æquatore posita, & directa per Rhombos Estis aut Ouestis æquinoctialem percurrit.

Sit navis quæ solvit ex aliquo portu posito sub æquinoctiali circulo, & hujus cursus dirigatur per lineas Estis aut Oüestis, hoc est linea cursûs illius, eum meridianis omnibus angulos rectos efficiat, dico ab eâ portionem æquinoctialis percurrēdam.

Demonstratio. Plaga quæ indicatur per lineam Estis, aut Oüestis seu per lineam Orientalem, aut Occidentalem, tota est in plano æquinoctialis circuli, & quantumlibet percurratur eius aliqua portio, semper linea quæ indicabitur, in eodem est plano æquinoctiali; ergo non disceditur unquam à plano æquinoctiali, quare percurretur æquinoctialis circulus, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Navis sub parallelo quolibet posita, & directa per Rombos Estis, aut Ouestis eundem parallelum percurrit.

Navis posita sit sub parallelo, feratque proram ad Est vel Oüest; dico ab ea parallelum percurri.

Demonstratio. Nulla linea cogitari potest in globo terrestri, quæ cum omnibus meridianis angulum rectum efficiat, nisi solus parallelus, sed navis ita supponitur dirigi, ut eius vis cum omnibus meridianis angulum rectum comprehendat; ergo parallelum percurrit.

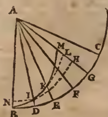
PROPOSITIO V.

Theorema.

Navis quæ dirigitur per quemcumque Rhombum obliquum, describit lineam spiralem quam loxodromiam nominamus.

Punctum A sit polus, æquator B C, meridiani

ni AB, AD, AE AF, AG, AC, distantes ab invi-



cem uno minuto secundo. Navis profecta ex puncto B, procedat per rumbum inclinatum 60 gradibus, hoc est angulus ABH sit graduum 60, dico, si hæc navis dirigatur per eundem rombum pixidis nauticæ, fore ut non describat maximum circulum, sed aliam lineam.

Demonstratio. Sit BH maximus circulus, nempe verticalis angulum 60 graduum comprehendens cum AB meridiano, procedat navis per eius circumferentiam, donec idem verticalis cum meridiano subsequente alium angulum efficiat, inveniaturque differentia sensibilis. Percurrerit ergo arcum BI maximi circuli BH; cum angulus externus AIH major sit interno ABH, qui ad clavum sedet detorquet navim, & relicto verticali IH, dirigit navim secundum circulum IL, ita ut angulus AIL sit 60 graduum. Idem præstabit in puncto K, & navim detorquebit in KM, Ergo navis non percurret maximum circulum sed lineam quæ in globo descripta spiralis est.

Possem item probare non describendum à navi maximum circulum, quia maximus circulus bis æquatorem secat, & post 90 gradus ad illum regreditur, quod sine mutatione angulorum fieri non potest, ita ut in nonagesimo semper fiat angulus rectus. Sed linea quam describit navis, obi æquatorem attigit, ab eo semper digreditur.

Addo quod licet hic modus describendæ lineæ loxodromicæ, & componendæ ex arcubus maximorum circulorum, non sit usque adeo Geometricus, conformior est lineæ à navi descriptæ, quam si foret præcisior qoi enim ad clavum sedet non advertit minimas angulorum mutationes. Quare dum proram ad rombum direxit, etiamsi ab eo aliquibus minutis aberret, non animadvertit; quare non tantum per unum minutum secundum seu per 16 passus, sed etiam per unum minutum primum, hoc est unum milliare, & forsitan per unum gradum eidem circulo maximo potest insistere.

COROLLARIUM I.

Si prora initio directa sit ad locum quem petit, verbi gratia in H, ad eum non perveniet; sed magis recedet ab æquatore.

COROLLARIUM II.

Linea loxodromica non est via brevissima, circulus enim maximus est brevissima via, ab uno puncto superficiei telluris ad alium.

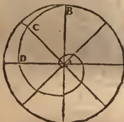
PROPOSITIO VI.

Theorema.

Nulla loxodromia in polum se induit.

Navis ab æquatore solvat, ita ut prorsm habeat per eundem Rhombum directam, exempli gratia per Est Nordest, dico foré ut nunquam ad polum perveniat.

Demonstratio. Linea à navi descripta cum omnibus meridianis, angulum comprehendit gra-



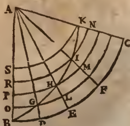
duum $67\frac{1}{2}$ hoc est anguli ABC, ACD cum graduum numerum continent; ergo hæc linea cum meridiano non congruit, sed linea quæ ad polum procedit, cum meridiano convenit: ergo mathematicè loquendo hæc linea nunquam in polum se induet.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Loxodromia dividitur in partes æquales à parallelis æqualiter inter se distantibus.

Punctum A sit polus telluris, æquator BC; meridiani distantes inter se minimo intervallo, distantes verbi gratia uno minuto, sintque loxodromiæ BGHIK, segmenta æqualia BG, GH, HI, IK per



quæ describantur ex polo A circuli paralleli OGL, PHM, RIN, SK; dico hos parallelos æqualiter inter se distare, hoc est meridiani arcus BO, OP, PR, RS æquales esse.

Demonstratio. Triangula BGD, HGL, IHM, IKM, possunt assumi pro rectilineis, cum latera

unius minuti, aut minuti secundi, insensibiliter à linea recta recedant; anguli autem D,L,M,N recti sunt, eò quòd paralleli cum meridianis angulum rectum efficiant, anguli BGD GHL, HIM, IKN æquales sunt (*per definitionem loxodromiæ.*) Supposuimus item segmenta BG, GH, HI, IK esse æqualia: igitur (*per 26.1.Eucli.*) triangula BGD, GHL. HIM IKN, omnimodè æqualia erunt. Hoc est latera GD, HL, IM, KN, seu BO,OP,PR,RS, æqualia erunt.

COROLLARIUM I.

Partibus æqualibus loxodromiæ, latitudinis æquales arcus respondent, quod tabulæ calculum facilem reddit. Si enim unum triangulum solvamus pro singulis loxodromiis, facilè totam mutationem latitudinis absolvemus. Si enim sciam quot sint milliaria in BG, cum mutatur latitudo uno minuto seu BO, potero facilè determinare quot sint milliaria in BK, posita quacumque mutatione latitudinis in KC.

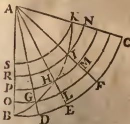
COROLLARIUM II.

Omnes arcus BD, GL, HM, IN sunt æquales in milliaribus, sed non in numero graduum, & minutorum. Hoc est si BD in æquatore æquale esset milliari, propterea uni minuto æquivaleret. Arcus GL in parallelo esset onum milliare, sed plus quam minuto æquivaleret. Quare summa arcuum meridianorum nempe GD,HL,IM KN æqualis est mutationi latitudinis: sed summa arcuum BD,GL, HM, IN non dat mutationem longitudinis. Quia nempe eadem milliaria in variis parallelis, respondent pluribus, aut paucioribus gradibus, & minutis; quare, ut exactè procedamus, supputare debemus quot gradus, & minuta singulis milliaribus in singulis parallelis respondeant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Ut sinus totus, ad sinum complementi anguli loxodromici, ita milliaria decursa ad milliaria mutationis latitudinis.



Navis percurrat loxodromiam BK, sciaturque numerus milliariorum decursorum, dico quod si fiat regula trium; nempe.

Ut sinus totus
ad sinum anguli KBC complementi anguli loxodromici ABK,
ita numerus milliariorum BK
ad numerum milliariorum quæ sunt in KC.

Demonstratio. In singulis triangulis BGD, GHL, IHM, KIN eadem est ratio sinus totius ad sinum anguli GBD, ac BG, ad GD, & GH ad HL & HI ad IM, & IK ad KN, quare (*per 15.5. Eucl.*) eadem est ratio sinus totius ad sinum complementi anguli loxodromici, ac arcuum BG, GH, HI, IK simul sumptorum, ad DG, LH, MI, NK simul sumptos; hoc est BK ad CK; quia autem unum milliare tam in æquatore, quam in meridiano æquivalet uni minuto, innotescet numerus minutorum.

COROLLARIUM.

Dato rumbo per quem facta est navigatio, & itinere confecto facilè innotescet mutatio latitudinis.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Ut sinus totus se habet ad secantem anguli loxodromici, ita mutatio latitudinis in milliaribus, aut minutis, ad milliaria decursa.

Vide figuram præcedentem.

Detur in eadem figura angulus loxodromicus ABK, & mutatio latitudinis KC, dico per regulam trium, qualem præfert titulus propositionis innotescere iter confectum.

Demonstratio. Convertendo analogiam superioris propositionis: Ita est mutatio latitudinis CK ad iter confectum BK, ut sinus complementi anguli loxodromici ad sinum totum, sed per trigonometriam ita est sinus complementi ad sinum totum, sicut sinus totus ad secantem anguli; igitur ita est sinus totus ad secantem anguli loxodromici, ut mutatio latitudinis in milliaribus, aut minutis ad iter confectum.

Per hanc analogiam duas columnas singulorum rumborum conficio. Primò determino augmentum latitudinis, eam augendo per dena minuta.

Rumbi	milliaria
1.	$10 \frac{195.}{1000.}$
2.	$10 \frac{839.}{1000.}$
3.	$12 \frac{269.}{10000.}$
4.	$14 \frac{1421.}{10000.}$
5.	$17 \frac{9995.}{10000.}$
6.	$26 \frac{1312.}{10000.}$
7.	$51 \frac{5583.}{10000.}$

Quæro deinde in singulis rumbis quot milliariorum

rium fit segmentum loxodromiæ respondens mutationi latitudinis 10 minutorum, invenioque in primo rumbo $10\frac{191}{1000}$, in secundo $10\frac{819}{1000}$, & ita de aliis: quare per additionem solam ejusdem numeri totam tabulam perficio, ita in reliquis rumbis. Posui autem fractionem adhærentem, quia nisi illa adderetur, cresceret defectus per iteratam omissionem.

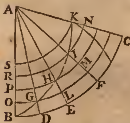
PROPOSITIO X.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & distantia terminorum concludere rumbum.

Quamvis hæc propositio non sit necessaria ad conficiendam tabulam, potest tamen utilis esse, ad cognoscendum rumbum per quem instituenda est navigatio.

Suppono ergo navim solvere ex quadragesimo parallelo, & pervenisse ad decimum, perfecisseque



milliaria 680. quæritur rombus per quem facta est navigatio. Debeo in triangulo CBK instituere regulam trium, nempe ut BK 680 ad KC decem graduum seu minutorum 600, ita sinus totus ad sinum anguli KBC complementum anguli loxodromici Gr. 28. 4. min. nempe inter secundum, & tertium rombum.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Dato angulo loxodromiæ, & itinere confecto invenire crus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

Vocamus latus mecodynamicum, aggregatum arcuum diversorum parallelorum; nempe cum loxodromiam dividamus in minutissimas partes, quæ sensibiliter à linea recta non recedant, formamus totidem triangula, quæ habent pro uno latere arcum paralleli. Ut in eadem figura formatis quatuor triangulis possum facilè per trigonometriam invenire quot milliaria contineant arcus BD, GL, HM, IN, quæ in milliaribus æqualia sunt, non autem in numero graduum, aut minutorum. Possumus igitur per unam analogiam invenire summam illorum arcuum in milliaribus, & hanc summam vocamus latus mecodynamicum, quod nempe potestate, seu virtute continet longitudinem.

Fiat ut sinus totus
ad sinum anguli loxodromici,
ita Loxodromia in milliaribus
ad latus mecodynamicum, seu ad latera B D, GL, HM, I N simul sumpta in milliaribus, quæ summa à nonnullis nominatur milliaria Est & Oüest, seu milliaria longitudinis.

Supponantur confecta milliaria 998. in tertio rombo, cujus inclinatio graduum 33. 45. Instituo regulam trium, in qua primus numerus est sinus totus, secundus erit 55557, sinus graduum 33.45. tertius 998 mille. Multiplico duos ultimos numeros, & ex producto 55445886 abscindo quinque figuras, habeoque $554\frac{45886}{100000}$ pro crure mecodynamico. Difficultas autem erit ut hæc milliaria reducantur ad gradus, & minuta. Si enim navigatio fuit prope equatorem, pauciores gradus, conficient hujusmodi milliaria; si remotior fuit ab æquatore, plures, quia nempe gradus parallelorum viciniorum æquatori longiores sunt. Quare ut milliaria ad gradus revocentur, debemus scire quot milliaria, cujuslibet paralleli gradus habeat.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & angulo loxodromico invenire latus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

In eadem figura fiat ut sinus totus ad tangentem anguli loxodromici, ita mutatio latitudinis sumpta in milliaribus, ad latus mecodynamicum, seu ad milliaria longitudinis.

Demonstratio. In triangulis BGD, GHL, HIM, IKN eadem est ratio GD ad BD, HL ad GL, IM, ad MH, KN ad NI, ac sinus totius ad tangentem anguli BGD. Quare ita erunt omnia latera latitudinis, seu mutatio latitudinis ad milliaria longitudinis; ut sinus totus ad tangentem anguli loxodromici.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & itinere confecto, reperire crus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

Suppono in eadem figura cognosci mutationem latitudinis C K & iter confectum C K. subtraho quadratum latitudinis in milliaria redacta, ex quadrato loxodromiæ BK, restabit quadratum cruris mecodynamici, seu milliarium longitudinis, & extrahendo radicem quadratam, habebuntur ipsa milliaria longitudinis.

Demonstratio. In triangulis BGD, BHL, &c. quadrata BG, GH, &c. æqualia sunt quadratis ex GD, BD; HL, GL, &c. Sed tota BK ad totam KC, & ad totam BD eandem habet rationē ac BG ad GD & BD, igitur quadratum ex B K, æquale erit quadrato ex CK, & quadrato lineæ compositæ ex BD, GL, HM, IN. In praxi duplus logarithmus KC, ex duplo logarithmo BK, restabit duplus logarithmus

garithmus erutis mecodynamiei, seu milliarium longitudinis.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Ut sinus totus ad sinum complementi latitudinis, ita numerus milliariorum in arcu æquatoris contentorum ad numerum milliariorum similis arcus paralleli.

Punctum A sit polus, parallelus BXC, æquator DLE, BI est sinus arcus AB, complementi latitudinis DB, ductisque meridianis ABD, AXL arcus DL, BX erunt similes, hoc est æqualem numerum graduum, & minutorum continebunt. Dico eandem esse rationem sinus totius DO ad BI sinum complementi latitudinis, ac arcus LD sumpti in milliaribus ad arcum B X, sumptum item in milliaribus.

Demonstratio. Circumferentiæ circulorum, sicut & arcus similes, in eadem sunt ratione ac semidiametri, ut probavimus in geometria: sed BI est semidiameter paralleli BXC, & DO semidiameter æquatoris. Ergo ut est sinus totus ad sinum complementi latitudinis, ita arcus æquatoris ad similem arcum paralleli.

COROLLARIUM I.

Convertendo *ita erit arcus paralleli ad similem arcum æquatoris, ut sinus complementi latitudinis ad sinum totum.*

COROLLARIUM II.

Quia autem sinus totus medius est proportionalis inter sinum complementi & secantem arcus, hoc est ita est sinus complementi ad sinum totum, sicut sinus totus ad secantem latitudinis.

Eadem erit ratio sinus totius, ad secantem latitudinis, ac arcus paralleli ad similem arcum æquatoris.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Sinus complementi latitudinis cujuscumque paralleli per sinum totum divisus, dat quot sint milliaria in quolibet gradu illius paralleli.

Suppono inquiri quot sint milliaria, in uno minuto paralleli 52 & 20 minutorum. Sinus complementi latitudinis ejus est 61377, qui si dividatur per sinum totum, fiet fractio $\frac{61377}{100000}$, dico hanc fractionem exprimere magnitudinem unius minuti illius paralleli.

Demonstratio. Eadem est ratio sinus totius ad sinum complementi paralleli propositi, quæ arcus unius minuti, hoc est unius milliaris, ad arcum unius minuti paralleli, ut vidimus. Quare si multiplices sinum illum complementi per unitatem, quæ multiplicatio nihil immutat, & productum dividas per sinum totum, habebitur quantitas unius gradus talis paralleli.

COROLLARIUM I.

Si addatur o sinui complementi illius paralleli, dividásque hunc numerum per sinum totum, habebis milliaria contenta in decem minutis illius paralleli. Ut in nostro exemplo sinus complementi est 61377. adde o fiet 613770, divide per sinum totum 100000, habebísque pro quotiente 6.$\frac{13770}{100000}$ milliaria contenta in decem minutis paralleli Gr. 52. min. 20.

COROLLARIUM II.

Vides per solam additionem componi posse tabulam, quæ indicet quot milliaria contineant quotlibet gradus, & minuta propositi paralleli, hanc tabulam habes in fine operis.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Ut sinus totus ad secantem latitudinis alicujus paralleli; ita quilibet numerus milliariorum ad numerum minutorum ipsis respondentium in eodem parallelo.

Hæc propositio videtur utilior præcedente, indicat enim quot gradus & minuta efficiat, in quolibet parallelo certus numerus milliariorum. Dico ergo quòd si instituatur regula trium, in qua primus numerus sit sinus totus, secundus sit secans latitudinis, seu declinationis alicujus paralleli, tertius quicumque numerus milliariorum, quartus erit numerus minutorum ipsis in tali parallelo respondentium.

Demonstratio. Vidimus in Corollariis duodecimæ, eandem esse rationem sinus totius ad secantem latitudinis paralleli, ac arcus illius paralleli sumpti in milliaribus ad numerùm milliarium arcûs similis æquatoris. Sed milliare in æquatore est unum minutum, & quot sunt minuta in arcu æquatoris, tot sunt in arcu simili paralleli. Ergo per regulam prædictam invenitur, quot proposito numero milliarium, respondeant minuta paralleli.

Hac propositione tabulam utilissimam construimus, quæ indicat quot gradus & minuta respondeant cuilibet numero milliarium in quolibet parallelo. Hæc invenitur in fine libri, ejusque usum explicabo postea.

PROPO

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Milliaria longitudinis, in gradus & minuta convertere.

Hæc sola propositio perficit columnam longitudinis tabularum loxodromicarum. Suppono ergo navim solvisse ab æquatore, ut eat versus polos, per quemlibet Rhombum, volo scire quantum mutata fuerit longitodo, in singulos parallelos, distantes ab invicem decem minutis.

Suppono parva triangula, quæ pro uno latere habeant 10 gradus latitudinis, & latus mecodynamicum divido in tot partes, æquales quot inveniuntur hujusmodi triangula. Verbi gratia instituatur navigatio per tertium rhombum, mutataq; latitudine 6 graduum, inveniatur latus mecodynamicum seu milliaria longitudinis $240\frac{1}{2}$. Quia in 6 gradibus invenio trigesies sexties decem minuta, divido $240\frac{1}{2}$ per 36, & iovenio pro unoquoque parvo triangulo 6 milliaria & $\frac{6817}{10000}$. Quare facio summam ex sinu toto, & secantibus parallelorum triginta quinque, hoc est secantibus 10. 20. 30. 40. 50 min. unius gradus, tum unius gradus cum 10. 1.20. 1.30. & ita deinceps, quam summam multiplico, per $6.\frac{6817}{10000}$ & ex producto tot abscindo ultimas figuras, quot sunt o 10 sinu toto. Dico haberi minuta longitudinis.

Demonstratio. Formatis 36 triangulis, habemus latus quodlibet longitudinis seu arcom paralleli, inter qoos arcus æquatoris est primus, quemlibet continere min. 6 $\frac{6817}{10000}$. Vidimus autem (*per præcedentem*) in siogulis parallelis si fieret ut sinus totus ad secantem paralleli, ita numerus quilibet milliariorum in eo parallelo sumptorum, productum fore numerum minutorum iis milliaribus respondentium, igitur componendo ita erit sinus totus ad summam secantium ut 6 milliaria $\frac{6817}{10000}$ ad summam minutorum.

COROLLARIUM I.

Possunt haberi aliæ analogiæ, verbi gratia; Ita erit sinus totus totius repetitus, quot sunt secantes ad summam secantium, quæ milliarium longitudinis ad minuta longitudiois. Demonstratio patet per se.

COROLLARIUM II.

Addo insuper, si fiat summa sinuum complementorum latitudinis parallelorum 35, addito iis sinu toto, pro secundo termino sumatur sinus totus trigesies sexties, pro tertio milliaria longitudinis, quartus dabit minuta longitudinis.

Demonstratio. Eadem est ratio sinus complementi latitudinis ad sinum totum, quæ sinus totius ad secantem, sed ut sinus ad secantem, ita vidimus esse milliaria longitudinis ad minuta longitudinis respondentia, igitur componendo, ita eris summa omnium sinuum complementorum ad sinum totum toties sumptum, ut milliaria loogitudinis, ad minuta longitudinis.

In praxi qui velet exactissimè procedere, deberet milliaria longitodinis supputare pro uno triangulo, in quo mutatio latitudinis est min. 10. tum in singulis parallelis supputare minuta longitudinis iis milliaribus respondentia.

Tabula indicans in singulis rumbis milliaria longitudinis respondentia mutationi latitudinis min. 10.

Rombus	Milliaria longitudinis.
1.	$1\frac{9891}{10000}$
2.	$4\frac{1421}{10000}$
3.	$6\frac{6718}{10000}$
4.	10.
5.	$14\frac{9661}{10000}$
6	$24\frac{1421}{10000}$
7.	$50\frac{2734}{10000}$

Qui nolet ita exactè procedere vider in singulis parallelis graduom integrorum, quot hæe milliaria longitudiois dent miouta ejusdem longitudinis, verbi gratia in primo rumbo in parallelo 20 graduum eius secantem 186417, multiplico per $1\frac{9891}{10000}$ & ex producto deleo quinqoe characteres ultimos invenioque 2 minuta & $\frac{11670}{100000}$ quæ reducere potes in secunda, hoc peracto pro singulis gradibus integris minuta iotermediorum intervallorum perficienda per partes proportionales.

Ad constructionem tabularum utilissima esse potest tabula, latitudinum crescentium quam Snellius proposuit, nempe addit simol omnes secantes. In prima linea est sinus totus. In secunda sinus totus, & secans onius minuti. In tertia sioua totus, & secantes unius, & duorom minutorum; ego posui tabulam minorem quæ nempe procederet per dena minota. Hujus tabulæ usus in construendis tabulis manifestus est, ex analogiis supra positis.

Addo insuper in hujusmodi tabula demonstrari mappam reductam, in qua gradus meridiani æquales fiunt secantibus, hæc mappa præcisa est, quidquid contra dixerint aliqui, qui demonstrationem à Snellio allatam coucipere non potuerunt. Hanc demonstrabo inferius multasque praxes etiam Arithmeticas ex ea deducam.

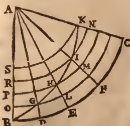
PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Explicatio Tabularum Loxodromicarum.

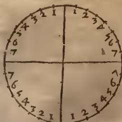
Tradita constructione tabularum quæ sine trigonometria haberi non potest, tabulas ipsas naucleris proponimus, à quibus cum tanta trigonometriæ scientia jure sperari non possit, solos tabularum usus qui in additione sola & subtractione positi sunt exigimus. Hæ tabulæ non sunt accommodatæ pro singulis angulis inclinationis; sed tantum 32 Rhombis, quod sufficit ad omnem navigationem dirigendam, cum ulterius divisa non fuerit pixis nautica.

Notandum est primo rhombos oppositos eundem angulum cum meridiano comprehendere, immo eandem esse lineam, ut si ascendamus ab æqua-



tore versùs polos per loxodromiam BHK, quæ sit Nordest, quæ cum meridiano angulum A B K 45 graduum comprehendit, navis quæ est in K, per eandem lineam KB quæ tunc erit Sudoüest, & quæ cum meridiano KC angulum BK efficit, ad æquatorem accedet.

Notandú est secundò rhombos hinc inde æqualiter à meridiano distantes æqualem angulum comprehendere, ut Sud-Sudest, Sud Sudoüest, Sudest Sudoüest, Est Sudest, Oüest Sudoüest, & ita de reliquis. Quare sufficit si laxodromias habeamus



unius quadrantis circuli. Prima enim erit pro Nordquard Nordest, Nordquard-Nordoüest, Sudquard Sudest, Sudquard Sudoüest. Secunda repræsentat rhombos Nord Nordest, Nord-Noroüest, Sud-Sudest, Sud-Sudoüest. Tertia Nordest quard-Nord, Noroüest quard Nord, Sudest quard Sud, Sudoüest quard Sud. Quarta dat Nordest, Noroüest, Sudest, Sudoüest. Quinta habet Nordest quard est. Noroüest quard oüest, Sudest quard-Est, Sudoüest quard oüest. Sexta est Nordest, Oüest Norouest, Est Sudest, Oüest Sudoüest. Septima Est quard Nordest, Oüest quard Noroüest, Est quard Sudest Oüest quard Sudoüest.

Hæ tabulæ per propositiones præcedentes ita construuntur, ut loxodromia ab æquatore incipiat, usque ad 70 gradum latitudinis.

Prima columna latitudinis communis est omnibus loxodromiis, crescitque per dena minuta. Secunda tabula continet mutationem longitudinis, semper numerando ab æquatore, & hoc pro singulis loxodromiis. Tertia columna ostendit iter, crescitque æquabiliter.

Tabula milliariorum decursorum in quolibet Rhombo pro quolibet gradu latitudinis.

Rhombus	Milliaria.
1.	$61\frac{1}{5}$
2.	$64\frac{4}{5}$
3.	72
4.	$84\frac{4}{5}$
5	108
6.	$156\frac{4}{9}$
7.	$307\frac{3}{5}$

Mutatio latitudinis in singulis rhumbis dat quantitatem itineris diversam, hoc est ad mutandam latitudinem uno gradu per primum rhombum decurrenda sunt milliaria $61\frac{1}{5}$ per secundum $64\frac{4}{5}$ & ita de reliquis.

Omnes tabulæ loxodromicæ hactenus propositæ erroribus scatent, quare eas iterum supputavi, sunt ita confectæ secundum milliaria, quorum 60 in gradu maximi circuli telluris.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Usus tabularum loxodromicarum.

Usus harum tabularum in solvendis Problematibus nauticis sine ulla trigonometria, sed per solam

lam additionem, & subtractionem. Sunt autem hæc problemata tantum sex.

PROBLEMA I.

Data longitudine, & latitudine utriusque termini à quo, & ad quem invenire rumbum & quantitatem itineris.

Navis solvat ex Promotorio Angliæ cujus longitudo 16,20, & latitudo 51,8, ut eat in Insulam Palmariam cujus latitudo 56,30, & longitudo 35, 40, subtracta minori ex majore longitudine restat 19,20, differentia longitudinum. Consule tabulam rumbi æstimati, & examina an tantam concedat differentiam longitudinis sub hac mutatione latitudinis. Seligatur verbi gratia quartus Rombus.

Quære in columna quarti rombi, è regione latitudinis 51,8, longitudinem respondentem, quam invenies 59, 46. Quære item è regione latitudinis Insulæ Palmariæ quæ supponitur 26, 30, longitudinem respondentem, quam invenio graduum 29, 46, subtrahendam ex præcedente, habebisque differentiam longitudinis huic rombo debitam esse 30 graduum. Debuerat autem tantum esse graduum 19, 20. Igitur quartus rombus nimis obliquus est, alius ergo minus à meridiano recedens eligendus est; nempe tertius in quo latitudini gr. 51.8. respondet longitudo 39,54, & latitudini 28, 30, respondet longitudo 29, 56, subtrahenda ex priore, restabitque differentia longitudinis 29, 58, pro 19, 20, quare ille rombus assumi potest declinando uno circiter gradu ad meridianum.

Ut habeatur distantia seu iter conficiendum, aufer minorem ex majori latitudine, habebisque, gradus 25, 38, differentiæ latitudinis quibus respondent in tertio milliaria 1634 milliaria seu leucas $544\frac{1}{2}$.

Si latitudines essent diversæ speciei, hoc est una borealis, altera Australis, addendæ essent ut haberetur differentia.

PROBLEMA II.

Dato rumbo, & itinere confecto, una cum longitudine & latitudine termini à quo, invenire terminum ad quem, seu ejus longitudinem, & latitudinem.

Navis solvit ex decimo parallelo per 4 Rombum scilicet per Noroüest, confecitque milliaria 1317, quæritur locus ad quem pervenit.

Quære in columna tertii rumbi milliaria 1317. eaque invenies respondere latitudini graduum 15. min 15. quam addes latitudini termini à quo, quia navigatio procedit, habebisque pro latitudine termini ad quem grad. 25. min. 25.

Longitudo debita gradibus lat. 55. 25 in quarto rombo erit 26. 17. è qua subtrahes longitudinem respondentem gradibus 10. nempe 10. 3. restabitque differentia longitudinum 16. 14. & quia processisti ad Oüest, nempe ad Noroüest, hæc differentia subtrahenda est ex longitudine termini à quo, ut habeatur longitudo termini ad quem.

PROBLEMA III.

Data latitudine utriusque termini, & rumbo cognoscere distantiam, & differentiam longitudinum.

Navis solvit ex magna Canaria, quæ jacet in 28 gradu latitudinis, & navigavit per Nordest ad gradum $36\frac{1}{2}$ quæritur iter confectum & differentia longitudinum.

Pro primo subtrahe minorem latitudinem ex majore, nempe 28 ex $36\frac{1}{2}$ restat differentia latitudinis $8\frac{1}{2}$, cui respondent in 4 Rombo milliaria 720.

Subtrahe ex longitudine debita gradibus latitudinis $36\frac{1}{2}$, in 4 rombo nempe ex 39. 15. longitudinem debitam minori latitudini gr. 28, hoc est gradus 29. 11. facta subtractione restabit differentia longitudinum gr. 10. min. 4. addenda longitudini termini à quo, quia processisti ad Est, seu ad Nordest.

PROBLEMA IV.

Data latitudine utriusque termini, & itinere confecto, invenire rumbum, & differentiam longitudinis.

Hoc problema indicat utrum navis insistat rombo, ad quem dirigitur prora, an verò abrepta fuerit.

Suppono utriusque termini, & notam esse quantitatem itineris. Sit profecta navis ex latitudine 30 graduum, & post multos dies navigationis observetur latitudo grad. 46. 50. sitque iter 4200 milliarium, subtracta minori ex majore latitudine, restat differentia latitudinis 26. 50, quærο in quo rumbo invenitur hic numerus 4200 respondere latitudini gr. 56. 50, invenio 6 rumbum.

Ut habeatur differentia longitudinum, subtraho longitudinem respondentem latitudini 20 graduum in sexto rumbo, nempe 49. 15. ex longitudine respondente latitudini graduum 46. 50. id est ex gradibus 158. 18. eritque differentia longitudinum 79.

PROBLEMA V.

Data differentia longitudinum, latitudine unius & distantia terminorum, invenire rumbum & alterius termini latitudinem.

Assume rumbum quem accommodatissimum judicabis, & examina quæ differentia latitudinis respondeat, itineri dato, tum subtracta una longitudine ab alia, videbis an respondeat data longitudinis differentia. Sit verbi gratia differentia longitudinum; sit graduum 10. min. 36, & iter 848 milliarium; Existimo quartum rumbum esse accommodatum. Quære in eo hunc numerum 848, quem video respondere latitudini 10 graduum. Supponamus me solvisse ex decimo quarto parallelo, addendo 10 gradus fit latitudo grad. 54. cui respondet longitudo 24. 44 ex qua subtraho latitudinem respondentem latitudini graduum 14, restatque differentia longitudinis graduum 10. 36 æqualis datæ. Igitur quartus rumbus huic exemplo congruit.

PROBLEMA VI.

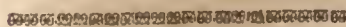
Data differentia longitudinum, & Rombo, cum latitudine unius termini; invenire iter confectum, & latitudinem alterius termini.

Supponamus navigatũ fuisse per quartum rumbum, ex latitudine 30 graduum versùs polum, donec longitudo mutata sit grad. 34 quære in quinto rumbo longitudinem respondentem latitudini graduũ 30, invenies gr. 46.6. cui addes differentiã 34, fietque longitudo grad. 80. cui respondet latitudo 47,30.

47. 30. Pro itinere subtrahe iter in eodem rumbo respondens latitudini 30 graduum, ex itinere respondente latitudini graduum 47. 30. habebisque distantiam terminorum, seu iter confectum.

Pleræque praxes propositæ supponunt latitudines ejusdem speciei si essent diversæ, nempe una borealis, Australis altera addendæ essent. Cavendum etiam est ne fiat æquivocatio in longitudine numeranda, quoties, cum ultra primum meridianum fit transitus.

Adjiciam item in sequenti libro praxes faciliores, nempe Geometricas, quamvis existimem vix mereri numen naucleri qui additionem, & subtractionem ignoret, atque adeo qui facile his tabulis uti non possit.



Directio navis per sinus, tangentes, & secantes.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Mappa reducta in qua eadem est ratio decem minutorum paralleli, ad decem minuta meridiani procedendo versùs polum; qua sinus totius, ad secantem ejusdem paralleli, præcisa est, habetque loxodromias in lineam rectam ducta.

Ad cæteras praxes accedimus, & quæ præcipuè sinus, tangentes, & secantes adhibent. Ut autem demonstrativè procedam, ostendamque tabulam quam vocant, *Latitudinum crescentium* accommodatam esse istis operationibus nauticis, hanc quasi extensam exhibeo, & assero mappam hydrographicam quam communiter *reductam* nominamus, præcisam esse, & in ea rhombos per lineas rectas rectè describi posse.

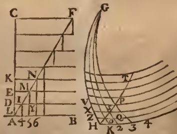
Snellius quidem ea virtualiter usus est, videtur tamen ejus naturam non sat clarè explicuisse, quare cum aliorum inventa à me referenda non sint, quin aliquid de meo iis adjiciam, praxes ejus ad hanc mappam revocandam censui. Sic enim, & melius elucescet hæc materia, multæque praxes excogitantur quæ ipsi in mentem non venerant. Snellius supposuit minutum primum unius gradus telluris, ita parum à linea recta deficere, ut pro ea tutò, & sine ullo erroris periculo assumi possit.

Ego verò tantam præcisionem non requiro, assumamque decem minuta, atque ita totum globum divido in parva triangula, quorum unum latus est 10 minutorum, & volo ut ea rectangula sphærica licet, pro rectilineis assumantur.

Id autem solemne est apud Astronomos, qui invento angulo parallactico, parallaxin longitudinis, & latitudinis per triangulum rectilineum determinant, quamvis re vera sphæricum sit.

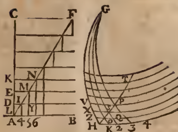
Suppono ergo mappam Geographicam in qua meridiani paralleli sint & ducti per dena minuta, distantia autem paralleli distantis decem minutis ab æquatore æqualis sit 10 minutis ipsius æquatoris, distantia verò paralleli 20 minutorum à parallelo 10 minutorum eandem habeat rationem ad 10 minuta æquatoris, ac secans 10 minutorum ad sinum totum. Pariter eadem sit ratio decem minutorum subsequentium procedendo versùs polos, hoc est paralleli 30 minutorum à parallelo 20, quæ secantis 20 min. ad sinum totum, atque ita addemus continuò secantes latitudinis parallelorum, ipseque parallelus habebit suam secantem supra se versùs polum, atque ita perinde est ac si secantes latitudinum simul adderem.

Dico igitur hanc mappam Geographicam præcisam esse, ita ut linea rhombi cujusque, hoc est quæ cum meridiano angulum proprium illius rhombi efficiat, singulos parallelos in iisdem proportionaliter punctis secet, ac similis rhombus supra tellurem ductus, parallelos ejusdem telluris secat.



Sit æquator mappæ AB, meridianus AC, in quo ducti sunt paralleli per dena minuta, secundum proportionem secantium, arcus AL contineat 10 minuta æquatoris, sitque AD ipsi æqualis, sit item eadem ratio DE ad DI, aut DL, quæ secantis 10 minutorum ad sinum totum. Pariter ita RE ad DL quæ secantis 20 min. ad sinum totum & ita consequenter. Ducatur linea AF, quæ cum meridiano AC comprehendat angulum cujuscumque rombi verbi gratia secundi. Pariterque supra tellurem in qua G est polus æquinoctialis HK, ducantur paralleli per dena minuta, & rumbus HT qui cum meridianis omnibus efficiat angulum 22 graduum cum dimidio, debeo ostendere lineam AF abscindere in parallelis DI, EM, RN eundem numerum graduum incipiendo à meridiano AC, ac rombus HT in parallelis HK, Zq, XS.

Demonstratio. Triangula OHK, A I 4 habent angulos 4 & K æquales, utpote rectos, & angulos A I 4, HOK æquales angulo secundi rumbi; & cum triangulum H O K ita parvum sit ut pro rectilineo assumi possit, erunt triangula similia, eritque ut HK ad KO in globi superficie, ut A 4 ad 4 I in mappa, erat autem 4 I seu AD æqualis 10 minutis æquinoctialis, sicut HZ seu K O continet 10 minuta æquatoris. Quare eadem est ratio



ratio AK ad 10 minuta mappæ, ac HK, ad decem minuta telluris, quare A 4 tot abscindit minuta in mappa, quot HK in tellure. Ostēdam pariter triangulum IYM, OQS esse æquiangula, igitur eadem est ratio IY, seu 45 ad YM, ac Oq seu K 2 ad qS, id est ad 10 minuta meridiani aut æquatoris. Sed ut decem minuta æquatoris ad 10 minuta paralleli Oq, ita secans latitudinis 10 min. ad sinum totum, & ex constructione mappæ ita MY ad decem minuta æquatoris. Habemus ergo 6 magnitudines proportionales secundum æqualitatem ordinatam in globo arcus Oq arcus q S seu decem minuta meridiani, aut æquatoris, & 10 min paralleli Oq, in mappa Geographica linea 45 linea YM, & 10 min. æquatoris. Quare eadem erit ratio arcus OQ ad decem minuta ejusdem paralleli, ac lineæ 4. ad 10 minuta æquatoris ejusdem mappæ, ideoque arcus Oq in superficie globi, & linea 45 mappæ, eundem continent numerum graduum, aut minutorum. Sed tam arcus 45, IY, DI, A 4, in mappa, quam K 2, Oq; HK, ZO totidem minuta continent, utpote contenta inter eosdem meridianos: Igitur arcus DY in mappa, & arcus Zq supra globum eundem graduum numerum minutorum continet. Quod autem de uno parallelo probavi, de aliis omnibus probari potest, igitur linea AF eodem modo secat parallelos mappæ, ac rumbus HT parallelos globi; ergo mappa præcisa est.

COROLLARIUM.

Ex his concludo quod si hæc mappa, seu praxes ex ea deductæ hoc est per latitudines crescentes non conveniunt cum praxibus medii paralleli, id ex eo provenire, quod praxes medii paralleli seu medii proportionalis exactæ non sint, nec adhibendæ nisi dum instituitur calculus unius, aut alterius diei.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Solvere omnia problemata nautica per tabulam latitudinum crescentium.

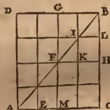
Non erit difficile solvere omnia problemata nautica per tabulam latitudinis crescentis, unà cum tabula sinuum tangentium, & secantium. Ita autem exactè procedimus, ac si mappa geographica uteremur ingenti, cujus scilicet dena quæque minuta in 100000 partes sensibiles dividerentur. Notandum autem nos posuisse tabulam latitudinum crescentium tantum per gradus, ita ut grados unus divideretur in 10000 partes; aliam quidem majorem construxeramus, sed postea mutavimus sententiam, eamque non necessariam judicavimus.

PROBLEMA I.

Data longitudine, & latitudine terminorum invenire rumbum, & distantiam.

Hoc problema necessarium est antequam solvat navis.

Suppono navim proficisci ex puncto A æquatoris & ex meridiano A, terminus ad quem sit B, ita ut AC differentia longitudinum sit grad. 6, min. 1, & differentia latitudinum sit graduum 9, AC est ergo graduum 6, quibus addes quatuor & ut fiant 60000. Si velis habere rationem duorum minutorum adde bis 166, seu 332, fientque 60332.



Assume ex tabula latitudinum crescentium numerum respondentem novem gradibus nempe 90311, fiatque regula trium, ut BC 90311 ad AC 60335, ita sinus totus ad quartum, habebisque sinum anguli ABC, seu alterni DAB, gr. 33. 45, nempe angulum tertii rumbi.

Pro distantia seu itinere fiat ut sinus totus BC ad AB secantem anguli 33. 45, ita BC sumpta in milliaribus multiplicando 9 per 60, seu milliaria 540 ad AB 648.

Si vero proficiscitur navis ex puncto F verbi gratia ex tertio parallelo, sitque F H differentia longitudinum 4 graduum & minutorum 2, ut habeatur HB, subtrahenda est CH, numerus scilicet respondens parallelo tertio, ex CB numero respondente nono, seu 30007 ex 90311, restatque 60304. Fiat ut BH 60304 ad FH 40332. ita sinus totus BH, & HF tangentem anguli FBH gr. 33. 45.

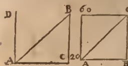
Ut habeatur FB debet institui regula trium in qua BH sumatur simpliciter in milliaribus, multiplicando

plicando 6 gradus per 60, nempe milliaria 360. Fiat enim ut finus totus BH ad secantem BF, anguli FBH, gr.33 45, ita BH 360 milliarium ad BF 431.

PROBLEMA II.

Dato rumbo, & itinere invenire differentiam latitudinum, & longitudinum.

Supponamus inter AB esse 150 milliarium, & angulum BAD esse quinti rumbi seu grad 56. 15.



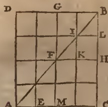
In triangulo ABC, datur angulus B 56. 15, angulus C rectus & AB 150. Fiat ut AB sinus rectus ad sinum anguli BAC 33.45, complementi anguli dati B, ita AB 150 milliarium, & habebis 111 milliaria seu minuta. Divide per 60, habebis unum gradum min. 51.

Ut habeatur differentia longitudinum nempe AC, quærendus est valor lineæ BC in partibus tabulæ latitudinum crescentium, nempe si navis solvit ab æquatore sumendus est in tabula numerus respondens latitudini datæ. Si latitudo est verbi gratia à 20 ad 30, auferendus est numerus in tabula respondens latitudini 20 graduum, ea numero respondente latitudini majori 30 graduum, & eum hoc numero institues regulam trium, ut sinus totus ad sinum anguli lasodromiæ, ita BC sumpta in numeris tabulæ crescentium latitudinum ad AC quæ divisa per 10000 dat gradus longitudinis.

PROBLEMA III.

Data itineris quantitate, & latitudine duorum terminorum, invenire rumbum, & differentiam longitudinis.

Proficiscatur navis ex puncto A æquatoris, perveniatque ad nonum parallelum per AB, perfeceritque milliaria 648; quæritur rumbus per quem facta est navigatio, & longitudinis differentia seu AC.



Fiat ut AB 648 milliaria, ad CD graduum 9 seu minuta aut milliaria 504, ita sinus totus ad sinum anguli BAC, complementi anguli loxodromiæ DAB, inveniesque 33, 45.

Ad inveniendam AC differentiam longitudinis sumenda est BC in partibus tabulæ longitudinum crescentium, nempe 90311. Fiat ergo ut BC sinus totus ad AC tangentem anguli loxodromici 33, 45, ita BC 90311 ad AC 60311, & dividendo per 10000 habebis 6 gradus & minuta duo.

Si navis proficisceretur ex F, ut haberetur BH, subtrahendus esset numerus in tabula latitudinum crescentium, respondens latitudini H, ex numero respondente latitudini B.

Ut igitur totum artificium cognoscas, utendum est numeris tabulæ quoties comparatur linea BC cum linea AC, nempe latitudo cum longitudine, ut si ex differentia longitudinis concludas latitudinis differentiam, vel vicissim; ex longitudine itineris concluditur latitudo simpliciter, quia gradus latitudinis in hac tabula sunt mensura itineris, vicissim ex latitudine simpliciter sumpta concluditur iter.

Ex itinere immediatè non concluditur, longitudinis differentia.

Alia problemata facilè ex his perficiuntur. Qui tamen hanc tabulam usurpare vellet, deberet eam paulò copiosiorem efficere, per dena minuta, addendo scilicet primò sinum totum, tum secantem decem minutorum & secantem 20, ut diximus.

Hæc methodus per latitudines crescentes exactior est quam quæ communiter per medium parallelum procedit.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Reductio milliarium longitudinis ad gradus & minuta per medium parallelum proponitur.

Vidimus in constructione tabularum loxodromicarum, per simplices analogias haberi milliaria longitudinis, solamque difficultatem esse, ut hæc milliaria in gradus & minuta reducantur. Antequam autem ulterius procedam, expendere debeo an praxis illa, quæ milliaria longitudinis, seu ut vocant milliaria Est, & Oüest, revocat ad gradus, & minuta longitudinis, invento medio proportionali parallelo exacta sit. Quam dico exactam non esse, nec nisi in minoribus cursibus adhibendam esse.



Proponatur loxodromia AB ad singulos meridianos similiter inclinata. Sit æquator AC, polus terræ D, ex quo describantur paralleli æquali intervallo inter se distantes, eruntque loxodromiæ segmenta AE, EF, FG æqualia sunt, ut jam demonstravi, arcus item meridianorum EH, FI, KG supponuntur æquales, sunt enim distantiæ parallelorum

lelorum. Habemus igitur parva triangula AEH, EFI, FKG omnino æqualia, atque adeo arcus AH, EI, FK sunt æqualia in milliaribus; non tamen in numero minutorum. Nam si arcus EH in æquatore est decem milliarium, erit etiam decem minutorum, si vero EI in parallelo decem milliaria obtineat, plura quam 10 minuta continebit, atque ita in parallelo BL decem milliaria efficiunt 20 minuta. Supponamus igitur ex præcedentibus propositionibus innotescere arcus AH, EI, FK, aliosque decem milliariorum, si ego sciam quot sint hujusmodi arcus ex A in B, habebo eorum summam, quam vocavimus eus mecodynamicum, seu milliatia longitudinis, seu Est Oüest. Hæc miliaria reducenda sunt ad minuta. Si ea reduco quasi omnia pertinerent ad æquatorem, numerus graduum & minutorum nimis parvus exurget. Si rationem habeo solius paralleli BL, numerus graduum minutorum nimis magnus. Ex natura rei debetet haberi ratio singulorum, multi tamen existimarunt assumendum esse aliquem medium parallelum in quo fieret ista reductio, & cui tribuerentur omnes isti arcus. Quia nempe si hæc omnia milliaria tribuerentur parallelo BL, numerus minutorum nimis magnus esset, si assignarentur æquatori nimis parvus, potest inveniri aliquis intermedius parallelus cujus gradus, nec nimis parvi, nec magni erunt.

Hic autem medius parallelus ita cogitari potest, ut hinc inde æqualis, parallelorum numerus positus sit. Vel ita ut sit medius proportionalia Geometricè, vel medius proportionalis Arithmeticè.

Medius proportionalis primo modo facilè inveniri potest, ut si navigatum fuisset à vigesimo latudinis gradu, ad sexagesimum, medius esset quadragesimus,

De medio parallelo Geometricè.

In secundo modo, debet eadem esse ratio unius gradus primi paralleli ad unum gradum medii, ac unius gr dus medii ad unum gradum tertii.

Facilè autem haberi potest medius proportionalis geometricè, si nempe addas logarithmos sinuum complementi l titudinis extremorum parallelorum, summamque dividas bifariam, habebis logarithmum sinus complementi latitudinis paralleli quæsiti. Sit navigatum ex vigesimo parallelo usque ad quadragesimum, complementa sunt septuaginta, & quinquaginta Si addantur logarithmi sinuum 50. & 70, & summa bifariam dividatur, exurget log. finus gr. 58 min. 3 complementi grad. 31 min. 57. Erit ergo parallelus graduum 31. 57 medius proportionalis geometricè, qui aliquando longitudinem exactiorem tribuit, quam medius proportionalis arithmeticè. Nonnulli hunc parallelum medium geometricè inter extremos assumunt ut in eo milliaria longitudinis ad gradus, & minuta revocent. Hæc fuit opinio cujusdam qui docet Hydrographiam in urbe Kebec apud Canadenses. Hic enim anno 1676. misit quadrantem reductionis, cujus lateri addiderat logarithmos complementi latitudinis, ut illorum ope facilè medina geometricè proportionalis haberetur. Hanc praxin cum examinassem inveni magis deficere à vero, quam quæ medio proportionali arithmetico utitur.

De parallelo inter extremos arithmetico medio proportionali.

Tertia species paralleli inter extremos medii, erit arithmetica, cujus hæc erit proprietas, ut duo gradus hujus paralleli simul sumpti, æquales sint duobus gradibus primi, & ultimi paralleli. Modus autem inveniendi hujusmodi medii paralleli facilis est. Adde simul sinus complementorum latitudinis parallelorum. Hæc summa divisa dat sinum complementi latitudinis paralleli arithmeticè medii. Ut si medium arithmeticè inter parallelos vigesimum & quadragesimum requiras, adde sinus complementorum graduum 20 & 40, & summa bifariam divisa dat sinum complementi paralleli 31. 29.

Sinus complem. graduum	20.	93969.
Sinus complem. gr.	40.	76604.
Summa		170573.
Semissis summæ		85286.
Sinus complementi gradus		31. 29.

Demonstratio. Sinus complementorum latitudinis parallelorum sunt eorum semidiametri, ut ostendi supra, quare summa extremorum æqualis est, medio duplicato, quare semidiametri, circumferentiæ & arcus similes horum circulorum, sons proportionalia arithmeticè, quare duo gradus paralleli medii æquales sunt summæ duorum graduum in parallelis extremis assumptorum.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Reductio milliarium in minuta longitudinis per parallelum arithmeticè medium exacta non est.

In hac propositione demonstrabo praxin illam, quâ milliaria longitudinis in gradus & minuta reducuntur, in parallelo inter extremos arithmeticè medio exactam non esse. Non quod illam in praxi rejiciam, præcipuè in minoribus cursibus, hoc est dum agitur de aliquibus tantum gradibus; sed quod nolim ut sumatur tanquam regula, quâ examinentur cæteræ praxes.

Rationes enim quæ à nonnullis proferuntur ad eam probandam invalidæ sunt & non geometricæ. Ita enim ratiocinantur. Cum milliaria longitudinis quæ decurrit navis, jaceant inter duos parallelos extremos, verbi gratia, inter vigesimum & quadragesimum parallelum, reduci non debent nec per latitudinem 20 graduum, sic enim pauciores gradus longitudinis exurgerent: nec etiam per latitudinem graduum 40, quæ plures gradus & minuta exhiberet. Quare dirimitur controversia, si per medium proportionalem instituatur reductio. Respondeo enim si ageretur tantum de duobus extremis parallelis, idem efficitur reductione per medium parallelum, ac si media pars milliariorum per parallelum minorem, & alia media per majorem reduceretur. Assero igitur ex natura rei reductionem esse faciendam per omnes parallelos. Ut igitur

igitur hæc reductio præcisa foret, requireretur ut paralleli decrescerent arithmeticè, & medius proportionalis esset in medio, ita ut esset media arithmeticè, non tantum inter extremos, sed etiam inter binos quocumque æqualiter ab eo remotos. Sic enim observaretur regula communis, nempe quod in serie terminorum arithmeticè proportionalium terminus medius toties repetitus quot sunt termini, omnibus æqualis est. Ut E F



novies sumpta, omnibus lineis hujus seriei est æqualis; sed nec paralleli decrescunt arithmeticè, nec medius proportionalis, in medio ita positus est ut tot sint termini ex una parte, quot sunt ex alia.

Ut autem demonstrem hanc reductionem præcisam non esse, ostendo hanc sibi ipsi contrariam esse.

Suppono navim profectam ex vigesimo parallelo per quintum rumbum Nordest quard ad Est, quæ ad sexagesimum parallelum perveniat. Longitudinis variatio inventa per praxes superiores demonstratas erit graduum 82, min. 22 Si reducatur per medium parallelum invenies gradus 83, min. 12. Ut autem ostendam defectum inesse in hac ultima praxi, dico si hæc navigatio dividatur in quatuor partes, magis accedes ad verum, nempe ad 82, 22, quod si praxis exacta foret idem reperirem, sive eam in quatuor partes dividerem, sive unico calculo totam navigationem complecterer.

Mutatio latitudinis decem graduum habet 600 minuta latitudinis, & in quinto rumbo 898 milliaria longitudinis, medius proportionalis inter 20 & 30, est graduum 25, min. 27, inter 30 & 40, est 35.18, inter 40 & 50, 45, 12, inter 50 & 60, est 55.9. Reductio per primum dat gradus 16, min. 34. reductio per secundum dat gradus 18, min. 21. per tertium grad. 21, min. 14. per quartum gradus 26, 12. Collectis omnibus fit summa, dabit longitud. gradus 81, & min. 21, ita ut deficiat unum tantum minutum.

COROLLARIUM I.

Loquendo absolutè reductio milliariorum longitudinis in gradus & minuta, exacta non est, quandoquidem dum majorem cursum unico calculo reduco, idem non exhibetur, ac dum eum in partes divido.

COROLLARIUM II.

Quò cursus in plures partes dividetur, eò exactior erit calculus.

COROLLARIUM III.

Quoties cursus unum aut alterum gradum non superant, potest assumi tutò medius parallelus, utrinque ab extremis remotus.

COROLLARIUM IV.

Optimus reductionis modus per omnes parallelos instituitur.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Constructio tabulæ ad milliaria longitudinis revocanda ad gradus, & minuta.

Ut hæc reductio facillima sit, solaque additione perficiatur, Tabulam construendam censui, quæ exhiberet gradus & minuta respondentia cuilibet numero milliariorum.

Ut construatur hæc tabula, adhibenda est ea propositio quæ dicit eandem esse rationem sinus totius ad secantem latitudinis, ac milliariorum quorumcumque ad minuta. Secans autem unius gradus nempe pro primo parallelo est 100015, 23, quæ multiplicari debet per unum, ut sciatur quot minuta respondent uni milliari. Hæc autem multiplicatio nihil immutat; in divisione per sinum totum, provenit quotiens $1 \frac{15\,23}{100000\,00}$.

Ut ex hac fractione fiant minuta secunda. Multiplica numeratorem 15. 23. per 60, & productus 91380, dividendus esset per 100000, 00, & cum dividi non possit concludo nulla esse secunda. Hunc numerum 91380, iterum multiplico per 60, fitque numerus 5486800, qui cum dividi non possit per 100000,00, concludo nulla esse tertia. Quare numerum 5486800 iterum multiplico per 60, & productum 329208000, divido per 100000,00, habeoque triginta tria minuta quarta. Inveni ergo unum milliare in primo parallelo efficere unum minutum primum, secunda 0, tertia 0, quarta 33, & addendo continuò habeo quid efficiant milliaria 2. 3. 4. usque ad decem: invenio decem milliaria efficere in primo parallelo min. 10, sec. 0, tertia 5, quarta 30, & addendo continuò invenio quot minuta efficiant milliaria 20, 30, 40, &c. usque ad 100, invenioque 100 milliaria efficere gr. 1, min. 40, sec. 0, tertia 55, quarta 0, & per additionem continuam invenio quid efficiant 200, 300, 400, & milliaria.

Idem præsto pro secundo, tertio, & quarto, cæterisque parallelis. Habemus & aliam tabulam in qua habemus quot milliaria efficiant unum, duo, tria min. usque ad 10, tum viginti, triginta, usque ad unum gradum, tum unus, duo, tres gradus, & hoc in unoquoque parallelo artificium tabulæ iisdem nititur analogiis, & eodem ferè modo perficitur per continuam additionem.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Milliaria longitudinis in gradus & minuta reducere per tabulam.

Usus tabulæ facilis est. Si numerus milliariorum longitudinis continet centenaria, vide quot gradus & minuta efficiant in parallelo proposito numerus centenariorum, decadum, & unitatum, eaque simul adde. Exempli gratia quæritur quot gradus & min. efficiant 582 milliaria in parallelo trigesimo

trigeſimo,quæro in tabula ſub numero 500 è regione numeri 30, ſeu trigeſimi paralleli,iovenioq; gradus 9.37.20, & ſub numero 80, invenio gr. 1. 32. 23, & ſub numero 2, invenio min.2. ſec.59, additis omnibus fiunt gradus 11,min.12,ſecunda 2.

Mill.	Gr.	mi.	ſec.
500	9.	37.	20
80	1.	32.	23
2	0.	2.	59.
582	11.	12.	2.

Si ergo proponantur milliaria longitudinis decurſa in aliquo curſu reducenda in gradus, & minuta, dividendus erit curſus in multos partiales; ut ſi navigando per quintum rumbum à gradu vigeſimo ad ſexageſimum, invenio milliaria longitudinis 3592. Divido hunc curſum in decem,ſuntque in ſingulis quatuot, eamque reductionem facio in parallelis mediis, non arithmeticè,nec geometricè, ſed in ſitu, hoc eſt in 22. 26. 30. 34. 38. 42. 46. 50. 54. 58, ita in ſingulis curſibus eſſent 359 milliaria.

Exactiſſima tamen reductio procedit per omnes parallelos intermedios, ut ſi navigatum eſſet ex quadrageſimo quinto ad quinquageſimum, eſſentque milliaria 200, poſſent curſus dividi per 5 partes, & fieri reductio per parallelos 45. 46. 47. 48. 49, relicto termino magis boreali addendo quidquid in lineis horum parallelorum invenitur ſub titulo 40.

Milliaria 40. Paralleli.	Gr.	mi.	ſec.
45	0.	56.	33.
46	0.	57.	34.
47	0.	58.	39.
48	0.	59.	47.
49	1.	0.	57.
Summa	4.	63.	30.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Reductio graduum, & minutorum longitudinis in milliaria.

Hæc propoſitio converſa eſt ſuperioris. Volo ergo utriuſque termini longitudinem eſſe cognitam. Si duo termini ſunt orientaliores aut occidentaliores primo meridiano, major latitudo ex minore ſubtrahatur relinquetur longitudinis differentia. Si unus orientalis ſit, alter occidentalis addenda eſt orientali longitudini, id quod deeſt occidentali, ut gradus 360 attingat. Verbi gratia, ſi unus terminus habet 20 gradus latitudinis & alter 330, reliquum ad 360 eſt 30, adde ergo 30,& 20 fientque 50.

Cognita differentia longitudinum, ſi uterque terminus eſſet ſub æquatore, idem eſſet numerus minutorum, & milliariorum.

Si uterque terminus ſub eodem parallelo,inſtituenda eſt reductio in eodem parallelo, conſulendaque linea illios paralleli.

Si curſus quatuor aut quinque parallelos attingit, dividendus erit in plures curſus partiales. Exempli gratia fuit navigatum à vigeſimo parallelo ad ſexageſimum, habeamque differentiam longitudinis graduum 82, min.22, eam poſſum dividere in decem partes. Prima pars erit à gradu 20 ad 24, eritque 22 medius proportionalis, idem præſto in reliquis,habeoque medios parallelos 22. 26. 30. 34. 38. 42. 46. 50. 54. 58, in quibus inſtituenda eſt reductio.

Quia tamen communiter minores ſunt curſus, aſſumatur alia quinque graduum. Nempe proponantur quinque gradus min.37. ſec.32. longitudinis reducenda in milliaria, in navigatione quæ facta eſt à quadrageſimo ad 45; hunc curſum divido in quinque,habeoque pro ſingulis unum gradum 7 min. & reſtant duo minuta, & 32 ſecunda.

Parall.	unius gradus Mill.	cent. paſſus.	Pro 7 min. mil.cent.	paſſus
40	46.	0	5	4
41	45.	3	5	3
42	44.	6	5	2
43	43.	9	5	5
44	44.	2	5	0
ſumma	223		26	
	26			
	249			

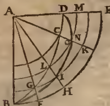
Colligo in unam ſumma quidquid reſpondet uni gradui in ſingulis parallelis percurſis,quidquid item reſpondet 7 minutis, facioque unam ſummam & habeo 249 milliaria. Quia tamen reſtant 2 min.32 ſecunda, hæc poſſum reduci per parallelum medium 44,haberemoſque 251 milliaria.

PROPOSITIO XXVII.

Thorema.

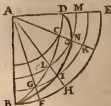
In omnibus loxodromiis, eadem eſt ratio milliariorum longitudinis, ad gradus & minuta ejuſdem longitudinis, ſi modo navigationes inter eoſdem parallelos facta fuerint.

Hæc propoſitio ſuppeditat alium modum reducendorum milliariorum ad gradus & minuta lon-



gitudinis, & viciſſim; quod navigationis calculum æque facilem reddit, ac ſi triangulum rectangulum

gulum solvendum haberemus. Comparentur ergo duæ loxodromiæ, positæ iotet æquatorem BE, & parallelum CE.



Dico eandem esse rationem milliariorum longitudinis ad gradus & minuta longitudinis, in loxodromia BC, ac in loxodromia BD.

Demonstratio. Ducantur meridiani, & paralleli ita parum distantes ab invicem, ut triangula sphætica pro rectilineis assumi possint.

In duobus primis triangulis BGF, BIH, eadem est ratio milliariorum B F ad gradus & minuta ipsis respondentia, quæ milliariorum BH ad gradus & minuta ipsis paritet respondentia, cum sumantur in eodem parallelo. Idem dico in triangulis GLI, IOK, comparantur enim arcus GI, IK ejusdem paralleli, quare percurrendo cætera triangula idem in omnibus ostendam.

COROLLARIUM.

Proponendo tabulam milliariorum Est & Oüest, & graduum longitudinis ipsis respondentium pro una loxodromia, facile est per regulam trium omnem reductionem instituere, propterea que apposui tabulam quarti rumbi. Prima columna continet parallelos, secunda continet milliaria longitudinis, initio facto ab æquatore, & tertia mutationem longitudinis in gradibus & minutis.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Alia reductio milliariorum in gradus longitudinis, & vicissim.

Incipiat navigatio ab æquatore, & ubi navis pervenerit ad decimum parallelum, inveniantur 400 milliaria longitudinis Est & Oüest, quæruntur gradus & minuta ipsis respondentia. Quæro in tabula quartæ loxodromiæ milliaria respondentia decimo parallelo, invenioque 600, & è regione decem gradus & tria minuta. Instituo regulam trium; si 600 milliaria dant 10 gradus & tria minuta, quot efficient 400, invenioque 6 gradus 42 minuta.

E contra si dati essent longitudinis gradus 6. 42, ita instituenda esset regula trium. Si gradus 10. & 3 min. dant milliaria 600, quot dabunt gradus 6, min. 42, invenioque 400.

Secundò fuerit navigatum à sexto parallelo, ad 16. cum 400. milliaribus Est & Oüest. Subtrahe numeros sexti paralleli ex numeris decimi sexti; hoc est 360 ex 960 restant 600. Pariter 6. gradus, ex 16. 12, restant 10 gradus & min. 12. Fiat regula trium. Si 600 dant gradus 10, & min. 12, quot dabunt milliaria 400, invenioque 6 gradus, & min. 48.

Vel invertenda esset regula trium, si quærerentur milliaria.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Solutio omnium Problematum nauticorum.

Hic quasi in epitomen redigo ea quæ variis propositionibus continentur, ad nauticum calculum spectantia. Apponam quatuor terminos singularum analogiarum. Cum indicabo geometricam regulam, secundus per tertium multiplicandus erit, & productus per primum dividendus erit, ut habeatur quartus. Dum notabo Arithmetice, addendi erunt secundus & tertius, & ex summa erit subtrahendus primus ut habeatur quartus.

PROBLEMA I.

Data differentia latitudinum & longitudinum invenire rumbum, & distantiam.

Reducito gradus & minuta longitudinis in milliaria. Tum ut habeatur rumbus.



Geometricè.

1. Fiat ut differentia latitudinum in minutis BC
2. ad milliaria longitudinis AC,
3. ita sinus totus
4. ad tangentem anguli loxodromici ABC.

Arithmeticè.

1. Ut logarithmus differentiæ latit. BC
2. ad logarith. milliariorum Est & Oüest AC,
3. ita logar. sinus totius
4. ad logarithmum tangentia anguli ABC.

Pro quantitate itineris.

Geometricè.

1. Ut sinus totus
2. ad secantem anguli ABC,
3. ita BC differentia latitudinis in minutis
4. ad AB quantitatem itineris.

Arithmeticè.

1. Ut log. sinus complementi anguli ABC
2. ad logarith. sinus totius,
3. ita logarithm. differentiæ latit. BC
4. ad logarithmum itineris AB.

PROBLEMA II.

Data quantitate itineris & rumbo, invenire terminum ad quem, seu differentiam longitudinis & latit.



Geometricè.

1. Ut sinus totus
2. ad sinum complementi ABC,
3. ita quantitas itineris AB
4. ad differentiam latit. in milliaribus 20e min.

Arithmeticè.

1. Logarith. sinus totius
2. Logarith. sinus complem. AB
3. Logarith. itineris AB
4. Logarith. differentiæ latitudinis in milliaribus, & minutis, divisa per 60 dat gradus.

Pro longitudine.

Geometricè.	Arithmeticè.
1. Ut sinus totus	1. Log. sinus to.
2. ad tāgentem anguli ABC,	2. Log tang.
3. ita BC differentia latitudinis in milliaribus	3. Logarith.
4. ad AC milliaria Est & Oüest.	4. Logar.

Quæ reducta dant differentiam longitudinis. Data autem utraque differentia, facilè invenitur locus.

PROBLEMA III.

Data quantitate itineris, & latitudine utriusque termini, invenire rumbum & differentiam longitudinis.

Vide figuram præcedentem.

Geometricè.	Arith.
1. Ut quantitas itineris	1. Log.
2. ad differentiam latitudinis,	2. Log.
3. ita sinus totus	3. Log.
4. ad sinū cōplementi anguli loxod.	4. Log.

Pro longitudine.

Geometricè.	Arithmeticè.
1. Ut sinus totus	1. Ut Log. sin.
2. ad tangentem anguli loxodr. ABC,	2. ad Log. tang.
3. ita BC differentia latit. in milliarib.	3. ita Log.
4. ad AC milliaria Est & Oüest.	4. ad Log.

Hæc milliaria reducta dant differentiam longitudinis.

PROBLEMA IV.

Dato rumbo & latitudine utriusque termini invenire quantitatem itineris, & differentiam longitudinis.

Geometricè.	Arithmeticè.
1. Ut sinus totus	1. Logarithmus complementi anguli ABC
2. ad secantem anguli ABC,	2. ad sinum totum,
3. ita BC differentia latitudinum	3. ita log. BC
4. ad AB quantitatem itineris.	4. ad log. AB.

Pro longitudine ut in præcedenti.

PROBLEMA V.

Data differentia longitudinis, distantia & latitudine unius termini, invenire differentiam latitudinis & rumbum.

Vide figuram præcedentem.

Primò redocenda est longitudinis differentia in milliaria Est, & Oüest, cavendo an data distantia, sit hæc quæ in prædicto parallelo respondet huic longitudinis differentiæ, si enim hoc ita se haberet navigatum esset per Est aut Oüest.

Geom.	Arith.
1. Ut Iter AB	1. Logar.
2. ad millia Est & Oüest AC,	2. Log.
3. ita sinus totus	3. Log.
4. ad sinum anguli loxodromici ABC.	4. Logar.

Pro differentia latitu.

Geom.	Arith.
1. Ut sinus totus	1. Log. sinus totius.
2. ad tangentē complem. anguli ABC,	2. Log. tangentis.
3. ita milliaria Est Oüest AC	3. Log mill. Est Oüest.
4. ad AB differentiam latitudinis io milliaribus.	4. Log. differentiæ latit.

PROBLEMA VI.

Dato rumbo differentia longitudinis, & latitudine unius termini, invenire differentiam latitudinis, & quantitatem itineris.

Differentia longitudinis ad milliaria primò reducenda est Geometricè.

1. Ut sinus totus	1. Log.
2. ad sinum complem. anguli loxodr.	2. Log.
3. ita milliaria Est & Oüest AC	3. Log.
4. ad BC differentiam latitudinis.	4. Log.

Pro distantia.

Geome.	Arith.
1. Ut sinus totus	1. Ut logarithm. sinus complementi ABC.
2. ad secantem anguli loxodr.	2. ad Logarithmum sinus totius.
3. ita differentia latitudinis BC	3. ita Logar. BC.
4. ad AB distantiam.	4. ad Log. AB.

PROPO

PROPOSITIO XXX.

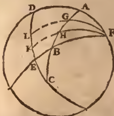
Problema.

Praxis Navigationis circularis.

Demonſtravi ſupra laxodromias non eſſe maximos circulos, ex quibus concludo eas non eſſe breviſſimsm viam, qua ab uno ſuperficiei telluris puncto ad aliud proceditur. Ideoque ſi viam breviſſimam inire volumus, inclinstionis angulus mutandus erit, ſeu non utendum erit eodem pixidis nauticæ rombo. Quod problema unica propoſitione comprehendo.

Cognita longitudine, & latitudine utriuſque termini invenire angulum quem cum ſingulis meridianis via comprehendit.

Proficiſcatur navis ex puncto A, ſitque punctus B locus ad quem tendit, intelligatur circulus



ABC, quem circulum poſitionis deinceps nominsbimus: ſupponimus autem latitudines DA, EB cognitas eſſe, & conſequenter earum complementa AF, BF, una cum differentia longitudinum, nempe arcum DE, ſeu angulum AFB. Quare in triangulo AFB, cum dentur latera A F, BF cum angulo A F B, non latebit angulus F A G & baſis AB, quæ diviſa intelligetur in quotcumque partes æquales AG, G H, H B, etiam cognitas tam in gradibus & minutis, quam in milliaribus: intelliguntur circuli meridiani FGL, FHK. In triangulo igitur FAG dantur latera AF, AG, & angulus FAG quare dabitur angulus AGF, nempe angulus rumbi, quo utendum erit in puncto G. Dabitur & latus GF, complementum latitudinis LG. Eodem modo inveniuntur angulus F H G, atque ita inveniemus omnes angulos quos comprehendet hic circulus, cum ſingulis meridianis, & latitudines ſingulas iis reſpondentes, ita ut ſi baſis AB in plures partes dividatur, non aberremus ſenſibiliter à circulo maximo.

Poſſumus eodem modo ſolvere omnia problemata per trigonometriam immo & tabulas aliquas, ad id præſtandum accommodstas conficere.

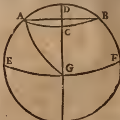
PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Comparatio loxodromicæ navigationis cum circulari.

Quæritur an præſtet navigare loxodromicè, an vero circulariter. Certum eſt autem in primo, & ſecundo rombo laxodromicam navigationem ita parum recedere, ut ſupervacanea videatur quæcumqoe major præciſio. Certum eſt item inventa vera laxodromia, ſi ei ſemper inſiſtamus, ſeu ſi eundem pixidis nauticæ rombum uſurpemus à præfixo termino non aberrabimus. In circulari verò ſi rombum citius, aut tardius quam par ſit mutemus, termioum præſtitutum oon attingemus, proptereaque laxodromica navigatio tutior eſt. Mihi tamen examinandum reſtat, an circularis multò compendioſior ſit laxodromica & hoc in exemplis veris, & poſſibilibus.

Primò circulus ACB ſit parallelus gradoum 60, ſitque propoſitum navigare ea A in B. Si proce-



damr per meridianum ADB, erit arcus ADB graduum 60, ſeu 3600 milliariorum. Semicirculus autem ACB æqualis eſt quadranti æquatoris, ſeu gradibus 90, hoc eſt milliaribus 5400, atque adeo circularis navigstio brevior eſt triente. Sed hoc exẽplum fictitium eſt, cum hactenus ſub polis navigatum non fuerit. Solvat navis ex puncto A, ut eat in punctum G polum meridiani DAE. Si circulariter naviget, quadrantem AG decurret, ſeu 5400 milliaria. Si loxodromicè; cum differentia longitudinis ſit 90 graduum & 60 latitudinis, invenies inter quartum & quintum rombum 5620 milliaria, quare circularis compendioſior eſt 220 milliaribus. Quod quidem eſſet alicujus momenti, ſi hoc exemplum verum, & reale exiſteret.

Solvat navis ex Promontorio Hiberniæ cujus longitudo 9 graduum, latitudo borealis 55, ut eat ad fretum Magellanicum, cujus meridianus primo eſt occidentalior gradibus 43, cum latitudioe Auſtrali graduum 52. Eritque diſtantia loxodromica 1737 leucarum Germanicarum, & circulariter 1727. differentia erit tantum 10 Leucarum Germanicarum, in ſecundo rumbo. Ex quibus concludo in primo & ſecundo rumbo differentiam eſſe modicam.

Pariter ſi quis circulariter ex eodem Hiberniæ Promontorio inſulam Cubam petat, conficiet 926 leucas. Loxodromicè verò in qointo rumbo conficiet leucas 954, differentia erit leucarum Germanicarum 28.

Inſtituatur oavigatio ab inſula terræ novæ quæ Canadæ adjacet, in latitudine boreali grad. 50, cum diſtantia à primo meridiano graduum 30, ut eatur ad promontorium Bonæ ſpei, in latit. Auſtrali graduom 35. & io longitudine graduum 50, differentia longitudinum eſt graduum 80. Navigatio loxodromica perficit leucas 1668, & circularis 1650, differentia eſt 18 leucarum Germanicarum, quæ in tanto itinere eſt nihili.

Duæ naves proficiſcantur ex freto Magellanico

in

in latitudine Australi graduum 53, & in longitudine grad. 310. ut eatur ad Insulam Japon in gradu 35. latitudinis borealis, & in gradu 175 longitudinis, invenies loxodromicè 2231 leucas germanicas, circulariter 2156. Differentia 75 leucarum Germanicarum, quæ non est maximi momenti in tanto itinere.

COROLLARIUM.

Concludo ex his in omnibus navigationibus, potius loxodromicè quã circulariter esse procedendũ.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Error ex loxodromia pro circulo positionis assumpta.

Aliam vinimus comparationem laxodromiæ cum circulo positionis, supponimusque nauclerum ignarum naturæ luxodromiarum existimare cursum navigii eodem rumbo utentis circularem esse, atque adeo inquirere trigonometricè angulum quem cum meridiano hic circulus positionis comprehendit. Discedat igitur ab insula Terræ novæ cujus latitudo borealis graduum 50, long. 330, & tendat ad promontorium Bonæ spei, inveniet angulum illius circuli cum meridiano graduum 59. Loxodromia autem qua re vera utendum esset inclinatur ad meridianum gradibus 38, quare error esset intolerabilis, & si quis eo angulo invariato uteretur non perveniret ad promontorium Bonæ spei, sed tantum ad ea Africæ littora per quæ transit æquator.



DE NAVIGATIONE

LIBER QVINTVS.

De mappis hydrographicis & de directione navigationis geometrica.



RRORES quibus communiter scatent mappæ hydrographicæ, diligenter explicandam esse earum naturam suadent, ut corrigantur. Adde quod cum multi Naucleri navigationem nesciant, nisi mappis utantur, æquum est, ut earum varias species bene norint ne in errorem inducantur, si fortè accidat eis mappam hydrographicam insuetam exhiberi. Addidi in titulo de directione navigationis geometrica, quam solam nauclerorum communium captui accommodatam esse censeo. Neque enim superiores praxes, quæ in arithmeticis, & trigometricis operationibus fundantur, putarem omnibus proponendas. Mallem ego ut regula & circino uterentur naucleri, sic enim errores facilius vitarent, quos in arithmeticis sæpissimè committunt. Saltem exigerem ut etiam dum arithmeticè procedunt, geometriam non omitterent, quæ errores facile detegeret. Quare hanc veram & propriam navigationem dirigendi methodum existimo.



PROPOSITIO I.

Theorema.

Discrimen mapparum hydrophicarum à geographicis.

A fine præcipuum petitur mapparum hydrographicarum à geographicis discrimen. Nam geographicarum finis est oculis exhibere universam globi terraquei superficiem, ideoque non tantum maria cum insulis, & littoribus, sed ea etiam quæ à mari longius distant geographicis tabulis inscribimus, nulla romborum aut itineris conficiendi habita ratione, sed descriptis solis meridianis ad longitudines & parallelis ad determinandas latitudines descriptis. Inter omnes globi terraquei descriptiones globus videtur primum locum obtinere, cum nihil sit similius globo quam globus. Omnia Astrolabia totidem sunt telluris descriptiones, aut picturæ, oculo in diversis punctis collocato.

Finis mapparum hydrographicarum est eandem terraqueam superficiem oculis exhibere, in ordine ad navigationem instituendam. Ex quo fit ut in iis quæcumque à mari longius distant negligantur solaque littora, portus, syrtes, scopuli, sinus, freta, pulvini exactè delineentur. Adhibentur autem non soli meridiani, & paralleli, sed etiam loxodromiæ, seu lineæ rumborum, illæque perfectiores censeri debent, quibus facilius solvuntur nautica problemata, quotiesque libuerit invenietur locus ad quem pervenit navis, & determinabitur loxodromia navigationi accommodata.



PROPOSITIO II.

Theorema.

De Globo.

Quamvis globus materialis superficiem telluris optimè exhibeat, utpote sphæricam, observata

genuina partium omnium proportione, nihilominus tamen si globus ita magnus fuerit, ut in eo omnia distinctè videantur, magnam aliquam navigii partem occupabit. Si verò fuerit minor, in eo non omnia notari poterunt ad navigationem necessaria.

Pater Ricciolius huic incommodo obviam ire nititur, ope mappatum leviter sphericè inflexarum, quas vellet esse partes globi, cujus diameter esset pedum Romanorum 36, & consequenter cujus unus gradus, tres saltem digitos adæquet.

Hæ tamen mappæ convexæ loxodromicæ navigationi accommodatæ non essent, eò quòd difficillime iis loxodromiæ inscriberentur. Quamvis autem in singulis ope tabularum loxodromicarum, rosa rumborum notari posset, difficillime tamen navigatio iis dirigeretur, eò quòd rumbi in lineam rectam non extendantur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

De Navigatione circulari per mappas hydrographicas peragenda.

Supponimus mappas quales supra descripsimus in quibus tam circuli meridiani, & paralleli æquatoris per singulos gradus durantur, volumus in materia perlucida, saltem in charta oleo inuncta, describi circulum in 32 rumbos divisum, aut etiam in gradus. Invento autem in mappa loco è quo solvit navis, & termino ad quem durenda est ab uno ad alium linea seu circulus maximus, repræsentans circulum positionis per quem instituenda est navigatio; tum ita imposito centro rosæ chartaceæ ipsi termino à quo, ut linea Nord & Sud cum meridiano congruat, metimur angulum quem hic positionis circulus cum meridiano comprehendit. Hac methodo metieris angulos quos idem circulus positionis cum reliquis meridianis efficit. Hac praxi solvi possent reliqua problemata nautica. Quia tamen hujusmodi mappis destituti sumus, iis explicandis diutius non immorabor.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

De mappis hydrographicis planis.

Circuli meridiani in mappis communibus exhibentur per lineas inter se parallelas, ita ut gradus meridianorum æquales sint gradibus æquatoris. Circuli autem paralleli æquatoris, per lineas eidem æquatori parallelas repræsentantur. Quæritur an hæ mappæ præcisæ sint, an vero erroneæ.

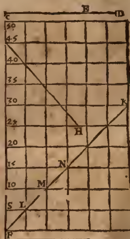
Assero igitur mappas ita descriptas, fallaces esse. Primò quia meridiani supra superficiem telluris descripti, non sunt paralleli cum in polo conveniant. Quamvis autem error sit modicus in mappa quæ parvam superficiei telluris portionem simul exhibet, augetur tamen in majori intervallo.

Secundò parallelismus meridianorum omne circulos latitudinis æquatori æquales efficit, & consequenter longitudinem regionum ab æquatore remotarum majorem exhibet, quod in errorem nauclerum inducere posset, qui tot milliaris in singulis paralleli gradibus numeraret, & in littora impingeret, se maximo intervallo à terra abesse crederet.

Huic incommodo obviam ire voluerunt nonnulli per mutationem mensuræ, ita ut majori mensura uterentur in metiendo parallelo, quam in metiendo meridiano, aut æquatore. Asseto tamen correctionem invalidam esse, quamvis enim mensura major, pauciora in parallelo milliaria exhibeat, alia utendum esset ad metiendum meridianum, & variæ usurpandæ prout rumbus ad meridianum, aut ad parallelum magis accederet.

Tertiò, in hujusmodi mappis loxodromiæ per lineas rectas exhiberi non possunt.

Demonstratio. Navis fertur ex puncto F æquinoctialis in K, per lineam FK, quæ cum meridia-



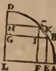
no FS comprehendat angulum LFK, & cum aliis omnibus angulos illi æquales, quia tamen vidimus supra segmentis æqualibus loxodromiæ non respondere mutationem longitudinis æqualem in gradibus & minutis, cum tamen in hac mappa segmentis loxodromiæ æqualibus FL, LM, MN respondeant æquales mutationes longitudinis: ergo loxodromia ducta in hujusmodi mappa per lineam rectam à vero abludit.

Posset quidem fieri mappa exiguum telluris, aut maris tractum continens, verbi gratia mappa Mediterranei maris, quæ excepto Adriatico sinu à trigesimo primo gradu ultra 42 non excurrit, in qua rumbi per lineas rectas exhiberentur, sed tunc gradus meridiani, majores esse deberent gradibus parallelorum. Ut autem utrorumque magnitudo determinaretur, deberet assumi utcumque linea AL pro gradu meridiani & describi quadrãs A,B,C,D. Quia autem ut dixi Mare mediterraneum excurrit à 31 ad 42 trigesimus septimus parallelus, erit inter extremos medius, quare assumpto arcu AB graduum 37, ductaque linea BG parallela AL, si AL assumatur pro gradu meridiani, BG erit gradus paralleli.

Demonstratio. Gradus meridiani æquales sunt gradibus æquatoris, sed gradus æquatoris ad gradum paralleli 37 eandem rationem habent ac si-

nus

nus totus AL ad BG sinum complementi latitu-



dinis, ergo gradus meridiani, ad gradum paralleli 37 eandem rationem habent ac AL ad BG.

COROLLARIUM.

Ex his concludo mappas non reductas, seu in quibus gradus meridianorum æquales sunt gradibus parallelorum fallaces esse, nec posse esse utiles ad directionem navigationis, sed tantum ad indicandam longitudinem, & latitudinem regionum.

PROPOSITIO V.

Problema.

De mappis per rombos, & distantias compositis.



Usitatissimæ sunt apud Gallos hæ mappæ per rombos & distantias compositæ (*par routes, & distances,*) præcipueque in Mediterraneo mari usurpantur, nullis aliis instruuntur lineis nisi romborum, unicaque milliariorum scala.

Usus earum facilis est in solutione duorum problematum nauticorum positus. Primus exhibet rombum usurpandum, & distantiam, seu quantitatem itineris conficiendi. Sit verbi gratia procedendum ex A in B ducatur mente linea AB,& notetur; cui rumbo sit parallela, quod experiri possumus extendendo circinum à puncto A ad lineam rumbi æstimati. Si enim uno pede decurrente lineam AB, alius decurrit lineam rumbi verbi gratia, *Sudest quard du Sud*, eo utendum erit. Sumatur item circino intervallum AB, & in scalam milliariorum transferatur habebisque milliaria conficienda.

Secundus usus erit ut punctum mappæ inveniatur, seu ut ex itinere confecto, & rombo, inveniatur locus ad quem pervenit navis. Verbi gratia solverit navis ex puncto A, perfecerit 74 milliaris per Est Sudest, assumantur 74 milliaria intra pedes circini unius, alterius circini cuspides extendantur ex puncto A ad lineam Est Sudest perpendiculariter, quam decurrat, altera cuspis lineam per punctum A illi parallelam decurret, in qua si abscindas altero circino segmentum A B milliariorum 74, erit punctum E, locus navigii.

Hæ mappæ sunt valdè imperfectæ, eò quòd cum careant circulis latitudinis, omnis per observationem latitudinis correctionis facultas adimitur, proptereaque quamvis navigatim in Mediterraneo mari, nunquam vidi à Massiliensibus observari de cœlo.

In hujusmodi mappis quamplurimæ inscribuntur rosæ rumborum,& quò plures,eò commodiores censentur, quamvis tot lineæ confusionem patiant, nauclerosque in errorem inducant, quibus proclive est, unam lineam pro alia assumere. Ego quidem pauciores rosas inscriberem, uterer tamen paralle-

parallelogrammo [delineatorio AB, CD ad ducendas lineas parallelas. Si enim regula AB in-

sistit terminis à quo & ad quem, moveaturque linea CD, donec incidat in aliquam lineam rombi, facilè indicabit rombum sibi parallelum.

Possumus item adhibere rosam rumborum, aut quartam eius partem inscriptam alicui materiæ perlucidæ, nempe aut folio selinitidis, aut laminæ corneæ, aut vitro, eujus centrum applicaretur termino à quo, & linea Nord, & Sud rosæ chartaceæ fieret parallela lineæ Nord & Sud mappæ hydrographicæ.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

De mappis reductis in genere.

Jam supra ostendi mappas in quibus meridiani per lineas parallelas descripti gradus haberét gradibus parallelorum æquatori æquales, fallaces esse, eò quòd re vera in superficie telluris gradus metridianorum essent gradibus parallelorum majores, atque adeo non esset imago similis prototypo, nec propterea posset institui comparatio inter hujusmodi gradus.

Pluribus modis instituta est correctio, nonnulli enim meridianos ad invicem nonnihil inclinatos descripserunt; hæc tamen correctio præcisa non est, nec ad navigationem accommodata, quia impossibile est ita in plano meridianos inclinari, ut paralleli æqualiter inter se distent, & decrescant in eadem ratione qua decrescunt in superficie globi. Primi enim paralleli æquatori sunt ferè æquales, alii verò paulò remotiores sensibiliter minuuntur.

Secundò paralleli cum mercdianis angulos rectos non comprehendunt, nec lineæ rumborum cum iisdem meridianis angulos æquales efficiunt ut linea ABC, quare exactè illas ducere non possumus. Hæ tamen lineæ rumborum maximi sunt in hac materia momenti.

Aliæ possunt reductiones institui, ut si paralleli per lineas rectas, meridiani per Ellypses describerentur; sed in idem incommodum incidimus, nempè quod lineæ rumborum per lineas rectas non describerentur, quòd ut primum principium navigationis statuere debemus, propter facilitatem. Quare necessariò meridiani paralleli esse debent.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Vera reductio mappæ hydrographicæ per latitudines crescentes.

Meridiani in mappa reducta sunt inter se paralleli, ut nempe lineæ rumborum cum singulis æquales efficiant angulos (*per* 28.1. *Eucl.*) quòd congruit earum definitioni.

Secundò necessarium est ut gradus meridianorum cum gradibus parallelorum sibi vicinorum eandem rationem habeant in mappa, quam habent in superficie globi. Quia autem meridianorum parallelismus) gradus parallelorum, gradibus æquatoris, æquales efficit, augendi sunt singuli gradus meridianorum supra gradus paralleli sibi vicini secundum eam rationem, quam revera in superficie globi observant. Vidimus autem supra unum gradum paralleli, eandem habere rationem, ad gradum æquatoris aut meridiani, ac sinus complementi ad sinum totum. Et cum in trigonometria ostenderimus ita esse sinum complementi ad sinum totum, ut sinus totus ad secantem arcus, agendi erunt gradus meridiani, supra gradum paralleli vicini, ita ut sit eadem ratio gradus paralleli ad gradum meridiani vicini, seu magis borealis, quæ sinus totius ad secantem latitudinis illius paralleli. Ut si agatur de arcu BE, cujus sinus complementi est DE, secans ejusdem arcus BE, erit AC. Clarum est duo triangula ADE, ABC esse æquiangula, cum lineæ DA, BC, DE, AB sint parallelæ. Erit ergo ut DE ad si-

num

num totum AE, ita sinus totus AB ad secantem AC.

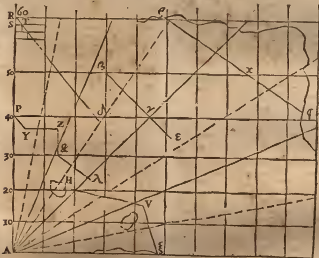
Ut ergo observetur eadem proportio, quandoquidem augemus gradus parallelorum, quos æquales gradibus æquatoris efficimus, id exigente meridianorum parallelismo, augere etiam debemus meridianorum gradus.

Sit ergo AB gradus æquatoris, descripto quadrante circuli dividatur in gradus, ductaque linea BC, parallela AD ducantur secantes AF, AG, AH, AI, & aliæ saltem usque ad sexagesimum gradum.

Tum in mappa hydrographica ductis per singulos æquatoris gradus meridianis parallelis inter se. Primus gradus meridiani, incipiendo ab æquatore æqualis erit lineæ AB. Secundus erit æqualis secanti unius gradus, nempe EF. Tertius secanti duorum graduum AG. Quartus secanti trium graduum, & ita consequenter.

Demonstratio hujus reductionis invenitur in libro præcedenti, in quo ostendi mappam reductam præcisam esse, & in ea rumbos per lineas rectas exhiberi.

Possunt in hujusmodi mapps addi nonnullæ rosæ ventorum; putarem tamen satius esse usurpare quartam partem rosæ in aliqua materia solida descripta, aut saltem in charta.



Scala milliariorum est ipse gradus meridiani, qui cujuscumque sit magnitudinis semper sexaginta milliaribus, aut 20 leucis æquivalet, quamvis mappæ Geographicæ communes mediterranei maris 75 milliaria Italics singulis meridiani gradibus tribuant. Volo igitur ut si navigatum sit inter duos parallelos, verbi gratiâ inter parallelos 30 & 40, utamur gradibus meridianorum inter hos parallelos interceptis ut metiamur distantiam. Quare cum majorem mensuram adhibeamus, prout magis ab æquatore recedimus, pauciora milliaria in remotioribus parallelis invenimus. Ex quibus concludo quod licet gradus meridianorum, & parallelorum augeamus, re tamen vera, valore iidem qui sunt, perseverant.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Datis duobus terminis invenire rumbum, & distantiam.

Hic primus usus mappæ reductæ non differt ab usu mappæ per rombos solos, & distantias compositæ. Ducta enim per intellectum linea recta à termino A quo, ad terminum Ad quem notatur linea rumbi cui est parallela; is enim erit quo in tali navigatione utendum erit. Vel applica centrum quadrantis rosæ romborum, in materia solida descriptæ, termino A quo, ita ut linea Nord & Sud, sit parallela alicui meridiano mappæ. Sit navis profecta ex puncto ρ ut eat in punctum φ, applica in puncto ρ centro quadrantis rosæ, ita ut linea Nord & Sud cum meridiano ρξ congruat, videbis lineam ρφ congruere cum Sudest.

Ut habeatur distantia seu itineris quantitas, utendum est gradibus meridiani interceptis inter 50 & 60 ad metiendum segmentum ρε, & gradibus interceptis inter 50 & 40 ad metiendum segmentum εφ. Immo ut exactissima sit operatio in singulos parallelos mutanda est mensura, mappa enim major esse deberet, ita ut singuli paralleli ducti essent.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Mappa punctum innrere, seu invenire locum ad quem pervenit navis.

Supponitur datus tumbus per quem navigatum est, una cum milliaribus decursis. Sit locus è quo profecta est navis, punctum P in quadragesimo gradu latitudinis, fueritque navigatum per Est Sudest, seu per sextum rumbum, sintque decursa. Ut si singulis tribus primis horis confecta sunt decem milliaria, quatnor sequentibus 8, & septem sequentibus 7, colligendo hæc omnia inveniuntur 093. Collocato centro quadrantis rosæ in situ debito ducatur linea Pγ per Est Sudest. Assumatur exinde unus gradus cum dimidio & tribus minutis transferanturque in Pγ dico punctum γ esse terminum ad quem pervenit navis. Si consequentibus horis mutatus fuit rombus, pro illo secundo cursu idem omnino præstandum erit.

PROPOSITIO X.

Problema.

Data utriusque termini latitudine, & itinere confecto, invenire rumbum per quem navigatum fuit, & locum ad quem pervenit navis.

Hoc Problemate corrigimus rumbum. Suppono autem observatam esse latitudinum loci ad quem pervenit navis, cognosci item decursum iter, sed dubium esse rumbum. Verbi gratia proficiscatur navis ex puncto β paralleli 50, & post aliquos navigationis dies observata latitudo est tantum gr. 40, ita ut æstimatio itineris, cui in aliquibus casibus potius fidendum est, quam rombo, nulla observatione declinationis correcto octogêta milliaria tribuar. Sumo intra pedes circini octingenta millia, quæ ita assumenda, ut quia sunt 10 gr. dividendo 800 per 10, habeo octoginta pro quotiente, seu unum gradum pro triente, debeo singulos gradus à 50 ad 40 assumere semel, simul cum triente. Additis his omnibus, si intra pedes circini hanc longitudinem assumas, tum uno pede circini posito in β, describes hoc intervallo arcum qui secet parallelum in puncto γ, eritque punctum γ illud ad quod pervenit navis, rumbus autem ille erit, is cui linea βγ fuerit parallela.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Data latitudine utriusque termini, & rumbo invenire locum ad quem pervenit navis.

Suppono pariter punctum profectionis esse β in latitudine graduum 50, & post aliquos dies observatam esse latitudinem graduum 40, cum rombo Sudest certo, & correcto. Duco lineam Sudesti βγ, seu parallelum rombo Sudesti in rosa notato, eamque produco donec secet parallelum 40 graduum in puncto γ, quem dico esse terminum ad quem pervenit navis.

Alia problemata quæ supponunt longitudinis differentiam cognitam vix sunt in usu, quia longitudo non est observabilis.

PROPOSITIO XII.

Problema.

De Scala milliariorum universali & constructione mappæ reductæ partialis.

Quia hæc materia maximi momenti mihi videtur, nempe ut naucleri arithmeticis tricis exolvantur, geometricisque praxibus, seu regula, & circino omnia perficiant, hac propositione doceo quomodo naucleri partem aliquam mappæ reductæ facilè describere possint: vellem enim gradus ita magnos, ut in iis facilè minuta distinguerentur, quod ut præstent facillimè conficienda est figura scalæ milliariorum universalis, hoc modo.

Ducatur quæcumque linea AB, vel quæ sit æqualis 20 partibus quadrati reductionis postea describendi. Hæc linea AB poterit unum gradum æquatoris repræsentare, & cum sit divisa in 20 partes, singulæ tribus minutis aut tribus milliaribus, seu uni leucæ æquivalebunt. Excitentur in punctis BA & B perpendiculares BC, AD.

Ex puncto A ut centro intervallo quocumque describatur arcus EF in suos gradus dividendus, per quos ex puncto A ducantur radii qui tamen ultra lineam BC non producantur. Hi erunt secantes. Posito sinu toto AB, dividatur linea AB in 10 partes, per quas ducantur parallelæ lineæ BC, eruntque singulæ secantes in 20 partes æquales divisæ. Quare si quælibet secans repræsentet unum gradum meridiani habebimus singulos divisos in partes æquales 20, seu in 20 leucas, & si velimus, per subdivisionem singularum in tres, habebimus singula milliaria.

Hac scala universali possumus partem quam voluerimus mappæ reductæ facilè describere, prout exiget problema à nobis solvendum. Quare cum ad primum problema nempe ut data longitudine, & latitudine utriusque termini inveniamus rumbum, & distantiam, ad hujusmodi inquam problema solvendum, opus est ut tam terminus A quo, quam terminus Ad quem in eadem mappa inveniantur, atque adeo gradus illius mappæ non poterunt esse magni. Assumemus igitur pro gradibus æquatoris, & parallelorum lineam A 10, aut A 5: gradus autem meridianorum erunt ipsæ lineæ transversales. Ut si assumpta esset linea A 10 pro gradu æquatoris, gradus meridiani à latitudine graduum 40 ad 41, foret linea AI, à quinquagesimo verò ad 51 esset linea AK. Quod si pro gradibus æquatoris, & parallelorum assumeretur linea A5 seu AG, gradus latitudinis 40, hoc est à 40, ad 41 esset linea AO, & pro quinquagesimo assumeretur linea AS, & ita de reliquis. Non erit autem opus totam mappam ab æquatore inchoare, sed tantum ab eo parallelo in quo aut terminanda, aut inchoanda erit navigatio. Neque verò opus erit totam mappam describere, sed tantum tot gradus paralleli, quot longitudinum differentia continet. Collocatis deinde in sua latitudine terminis A quo, & Ad quem si ab uno ad alium ducatur linea recta, angulus quem cum meridiano comprehendet, dabit rumbum, quantitatem verò itineris metieris per partes inter binos quosque parallelos. Ut si proponatur rombus βδ

cognoscen

cognoſcēdaque ſit quantitas itineris illi reſpondēs inter parallelos 40 & 41; poſito quod AG figuræ

ſuperioris ſit gradus paralleli, & conſequenter AO ſit gradus interceptus inter 40 & 41, abſcinde βγ æqualem AO, eritque βγ 60 milliarium, ſeu 20 leucarum. Linea autem γδ cum linea AO comparata dat 20 milliaria, ſeu circiter 7 leucas; erit ergo tota βδ 27 leucarum.

Non erit opus metiri omnia intervalla, ſed tantum unum exactè, nam multiplicando leucas inventas, aut milliaria per numerum graduum, ſeu intervallorum dat quantitatem itineris faciendi.

Ad calculum autem quotidianum vellem mappam paulò majorem, & gradus ita magnos ut in iis facilè unum milliare poſſem diſtinguere. Ad hujuſmodi mappam facilè deſcribendam, deſcripta præcipuè eſt ſuperior figura, in qua linea AB ſupponitur eſſe gradus æquatoris, & cujuſlibet paralleli, ſeu intervallum meridianorum inter ſe. Lineæ verò ſecantes, ductæ à puncto A ad lineam BC, ſunt menſura graduum meridianorum, ſeu diſtantia parallelorum inter ſe. Ad faciliorem item deſcriptionem poſſet haberi lamina ærea rectangula, qualem figura DABC exhibet. Sint autem ſecantes tranſlatæ in lineam AD, ut facilius haberetur quantitas cujuſlibet gradus meridiani, qui intelliguntur ſemper inchoari à puncto A. Ut ſi velim gradum 30 graduum latitudinis, nempe à 30 ad 31, intervallo meridianorum poſito AB, linea AT eſſet gradus meridiani trigeſimus.

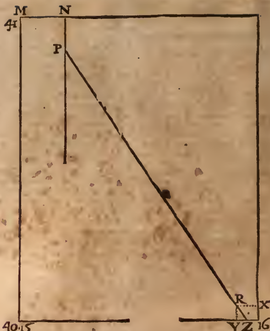
Si quis vellet adhuc gradus majores, poſſet aſſumere lineam AB duplicatam pro diſtantia meridianorum, & lineam AT etiam duplicatam pro gradu meridiani trigeſimo, atque ita poterimus in uno folio chartæ majoris habere tres aut quatuor gradus in latitudinem, totidemque in longitudinem atque adeo quinque aut 6 folia chartacea impendenda erunt ut noſtram navigationem abſolvamus, & geometricè regula & circino dirigamus.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Dato rumbo, & itinere confecto invenire locum ad quem pervenit navis.

Solvat navis ex gradu 40 cum minutis 54 latitudinis borealis, longitudinis 16 cum min. 21, aſſumo ex ſcala univerſali, intervallum meridianorum 15 & 16, æquale lineæ AB, diſtantiam parallelorum



parallelorum 40 & 41 æqualem lineæ AV; factoque rectangulo repræsentante gradum unum terræ, sumo 11 minuta in linea AB scalæ universalis, quæ transfero in MN, ducoque meridianum NP. Quia autem dicitur latitudo esse 40. 54, seu deficere 6 minutis, sumo in secante A 40 scalæ, 6 minuta, seu duo intervalla, quæ transfero in NP, eritque punctum P terminus A quo fuerit navigatio per rombum Sudest quard Sud seu per tertium rombum. Applicato centro quadrantis rosæ in puncto P duco lineam rumbi Sudest, quæ cum meridiano angulum comprehendat graduum 33. 45 min. Supponantur facta esse milliaria 65 seu 21 leucæ, sumo in linea A 40 scalæ 63 milliaria, seu intervalla 21, & ea transfero in PR, clarum est punctum R, esse illud ad quem pervenit navis. Ut scias ejus longitudinem linea RX transferenda est in lineam AB scalæ universalis, invenietque æquivalere quatuor minutis. Erit ergo ejus longitudo graduum 15 min. 56. Pro latitudine transferenda est linea RY in secantem A 40 scalæ universalis, invenioque illam auferre minuta duo cum dimidio. Erit ergo latitudo puncti R grad. 40 min. 2 sec. 30.

Ut igitur artificium breviter complectar milliaria sunt accipienda in secante, sicut & minuta latitudinis. Gradus verò, & minuta longitudinis sunt accipienda in linea AB scalæ universalis.

Si cursus excederet unum gradum, hoc est si verbi gratià proponerentur minuta 100, producenda esset linea PR quantùm satis est, & linea PZ transferenda in secantem A 40. Vel tota simul, vel per partes, inveniesque eas continere milliaria 65 cum dimidio, quibus subtractis ex 100 restant 34 $\frac{1}{2}$ quæ pertinebunt ad sequentem gradum, cujus mensura erit secans A 39 scalæ universalis. Hæc praxis exactissima est ita ut in ea distinguere possimus etiam partes milliaris.

Non dissimili ratione solves alia duo problemata, nempe. Si detur latitudo utraque & rombus invenias locum ad quem pervenit. Descriptis enim gradibus duobus aut tribus pro ut exiget latitudo in qua navigatum est. Inventoque termino à quo ut supra docui, producito rombum usque ad latitudinem observatam in termino Ad quem, habebisque terminum Ad quem.

Denique latitudine utriusque termini cognita, & datis milliaribus sumptis intra pedes circini milliaribus decursis, acceptis in una tangente, si tota navigatio intra eundem latitudinis gradum peracta, vel in duabus, aut tribus aut pluribus tangentibus, ex termino A quo tanquam centro, describes arcum qui secet parallelum latitudinis termini Ad quem. Ibique erit statuendus terminus Ad quem pervenit navis.

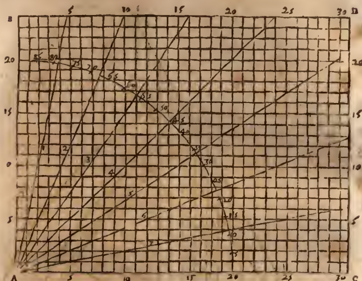
PROPOSITIO XIV.

Problema.

De quadrato Reductionis.

Cum pleræque mappæ reductæ non sint, nec velint nauclerì semper eas describere, inventum est

est quadratum reductionis, in quo mira facilitate regulas trium perficimus. Quare cum praxes omnes Arithmeticæ superiori libro explicatæ, in regulis trium consistant, facilè hoc quadrato perficientur. Immo & praxes mapparum reductarum in eo facilè usurpantur.



Describatur quadratum, aut rectangulum, cujus latera dividantur in partes æquales, ducantur per singulas lineæ lateribus parallelæ, ita ut totum quadratum in quadratula dividatur. Eritque unum ejus latus AC longitudinibus, aliud AB latitudinibus addictum; characteres poterunt apponi quicunque, ita ut intervalla quæcumque pro gradibus, pro minutis, vel pro 3. 6. 10 minutis pro milliaribus prout res tulerit assumi possint.

Scala universalis supra descripta huic etiam quadrato accommodetur. Si nempe sumas 20, verbi gratia, intervalla quadrati pro linea AB scalæ universalis.

Describe pariter ex puncto A ut centro quadrantem circuli, quem divides in 90 partes æquales, & ne sit confusio, poterunt divisiones quadrantis, in limbo quadrati describi. Ducantur item rumbi secundum angulum inclinationis, quem cum meridiano comprehendunt, ita ut primus rumbus cum meridiano AB angulum grad. $11\frac{1}{4}$ comprehendat. Secundus grad. $22\frac{1}{2}$ &c.

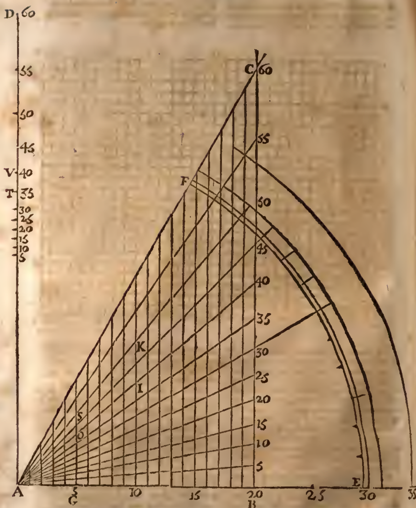
Addatur in centro A regula volubilis, divisa in partes æquales intervallis quadratis, quare vellem quadratum asseri agglutinari, cum regula volubili circa centrum.

Ego addo huic quadrato lineam latitudinum, quæ desumitur ex mappa reducta, suntque secantes desumptæ non ex scala illa majori, sed ex quarta ejus parte, supposita scilicet pro uno gradu æquatoris linea AC. Quia tamen charta non posset capere omnes secantes additas in unam lineam, Eam divido in plures lineas, prima continet 15 gr. incipiendo à primo. Secunda totidem, incipiendo à quinto, tertia incipiendo à 10, & ita deinceps.

PROPOSITIO XV.

Milliaria longitudinis, in gradus & minuta reducere & vicissim.

Notandum est milliaria longitudinis extra æquatorem semper pauciora esse minutis longitudinis, quia nempe milliare in parallelo majus est minuto, ideoque sciendum est in qua latitudine fuit navigatum. Supponamus ergo navigatum esse à trigesimo gradu ad quadragesimum, haberique 600 milliaria longitudinis. Numero in quadrati reductionis latere longitudinum incipiendo à puncto A, decem gradus, cum navigatio obtineat 10 gradus. Accipio item circino in lineis latitudinum crescentium 10 gradus, sumendo à gradu 30 ad 40, hoc intervallum transfero à puncto A, in idem latus longitudinis, invenioque 12 gr. & tria minuta. Possem quidem dicere si 10 dant 12 cum tribus minutis, quot dabunt 600 milliaria, sed hanc regulam facilius perficio in ipso instrumento. Nam à decimo gradu in latere longitudinis, numero sursum ascendendo, nempe in meridiano 600 milliaria, nempe ita ut quodlibet intervallum valeat quotquot voluero, ultimo puncto



numerationis applico regulam. Hæc in undecimo meridiano cum tribus minutis dabit minuta longitudinis nempe 723, seu gradus 12, min. 3.

Scala universalis idem dabit exactius cùm percursi sint latitudinis gradus 10. Divide hunc cursum in 10, eruntque milliaria 60 pro singulis gradibus latitndinis. Reducito 60 milliaria ad minuta in gradu trigesimo, nempe accipe intra pedes circini milliaria 60 nempe totã lineam A30, eamque transfer in lineam AB, videbisque iis respondere 69 minuta, in gradu 33 in 35 Eandem reductionem perfice in aliis parallelis 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39, invenie sque circiter 723 minuta, seu gradus 12, min. 3.

Sint è contra reducendi gradus & minuta in milliaria, verbi gratia navigatum sit à 10 gradu ad trigesimum. Assumpto in linea latitndinum crescentiũ intervallo à 20 ad 30, eoque translato in lineam AB instrumenti, video illud obtinere 11 gradus cum tribus minutis. Numero in hoc meridiano minuta longitudinis, regula ultimo puncto numerationis applicata dat in meridiano decimo milliaria longitudinis.

Scala universalis id dabit exactius si cursum dividas in decem partiales, nempe ut reductio fiat per singulos parallelos per quos navigatum est excepto tamẽ borealiori. Sint verbi gratia 11. gr. longitudinis reducendi in navigatione facta à 20 ad 30, divido undecim per 10, & quotiens erit unus gradus cum 6 min. seu 66 min. Accipio in linea infima, seu AB scalæ universalis 66 minuta, eaque transfero primo in secantem 20 grad videoque in ea exhiberi milliaria 63. Idem intervallum transfero in singulas secantes, & video quot milliaria longitudinis

longitudinis in singulis tribuantur, summa omnium satisfacit quæstioni.

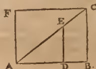
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Demonstratum quadratum reductionis.

Cum problemata nautica facilè per regulas trium solvi possint, quadratum reductionis, utpote lineis parallelis constans, aptissimum erit ad id instrumentum.

Demonstratio *in secunda Propositione 6. Euclidis* continetur, nempe in triangulo ABC eandem



esse rationem AD ad A B, ac AE ad A C, aut DE ad B C. In quadrato autem regula mobilis, quorquot voluerimus triangula, cum lineis quadrati, efficit.

Posset item adhiberi circinus proportionis, hoc est lineæ partium æqualium.

PROPOSITIO XVII.

Data longitudine, & latitudine terminorum invenire rumbum, & distantiam quadrato reductionis.

Navis solvat ex parallelo 30, ut eat ad 40, sitque differentia longitudinis 12 graduum. Reduco hanc differentiam longitudinis in milliaria Est & Oüest, invenioque 600. Numero in latere longitudinum incipiendo à puncto A sexcenta milliaria, quolibet intervallo æquivalente decem milliaribus. Differentia latitudinum quæ est decem graduum reducta in minuta dat eundem numerum 600, quare numerando in sexagesimo meridiano, ab imo sursum sexaginta intervalla, ultimo regulam applico, quæ insistet quarto rumbo, invenioque in regula 85 intervalla & paulò amplius, seu 852 milliaria.

Alio modo.

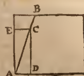
Sume circino in linea crescentium latitudinum intervallũ à 20 ad 30, illudque transfer in duodecimum meridianum, applicataque regula ad hunc gradum insistet quarto rumbo. Segmentum regulæ inter hoc punctum, & centrum translatum in lineam latitudinum crescentium, ita ut excedat hinc inde intervallum 30. 40, dabit milliaria, si singulos gradus pro milliaribus assumas.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Data latitudine termini A quo, rumbo, & distantia; invenire differentiam tam longitudinis, quam latitudinis.

Navis profecta ex latitudine graduum 40. naviget per Sud, Sudest, seu per secundum rumbum, vercurratque 170 milliaria, quæritur locus ad



quem pervenit. Regula A B imponatur secundo rumbo, in eaque incipiendo à centro A, numerentur partes 17 usque ad C, ita ut quælibet æquivaleat decem milliaribus. Numera partes CD, invenie sque 15 $\frac{1}{2}$ seu 155, & dividendo per 60 habebis duos gradus cum 35 minutis, latus A D dabit 7 partes cum dimidia, seu 75 milliaria Est & Oüest, quæ si reduceas invenies unum gradum cum 38 minutis, quate navis processit ad Austrum duobus gradibus cum 35 minutis, & ad ortum uno gradu cum min. 38.

Alio modo.

Cum latitudo sit à 40 gradu versùs 30, impone regulam AB secundo rumbo. Sume milliaria 170, in secante graduum 40, & in secante graduum 39, & in secante graduum 38, eaque transfer ex A in C. Latus E C erit differentia longitudinis, & latus D C, translatum in easdem secantes, dabit milliaria latitudinis, quæ divisa per 60 exhibebunt differentiam latitudinis.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Data latitudine utriusque termini, & rumbo, invenire distantiam, & longitudinum differentiam quadrato reductionis.

Hæc propositio adhibetur ad corrigendam æstimationem itineris. Solverit igitur navis ex quinquagesimo parallelo per 3 rumbum verbi gratia *Sudouest quard de Sud*, & post aliquos dies observetur latitudo solum graduum 46, sitque consequenter differentia latitudinis graduum 4, seu 240 milliariorum.

Imponatur regula AB tertio rumbo, tum numera in latere latitudinum A E, quatuor gradus, seu 240 milliaria, aut 24 intervalla, numera intervalla AC, habebisque iter confectum, invenies que in latere AD 15 intervalla, seu 153 milliaria longitudinis, seu 3 gradus min. 48.

Alio modo.

Imposita regula tertio rumbo, assume circino in scala universali secantem 49 graduum, quam transferes in AE, latus AC translatum in eadem secantem dabit quartam partem itineris.

Vel transfer secantes 46. 47. 48. 49, ex A in E, latus E C dabit differentiam longitudinis, intervallum AC, translatum in easdem secantes dabit iter confectum.

PROPOSITIO XX.

Problema.

Data differentia latitudinum, & distantia, invenire rumbum, & differentiam longitudinum quadrato reductionis.

Hæc propositio adhibetur quando dubius est rumbus, sive propter neglectum declinationis, sive propter aliam rationem. Propono idem exemplum: Navigatio fit à quinquagesimo gradu latitudinis ad 46, fitque iter confectum 277 milliarium.

Numero in regula 277 milliaria AC, & notam finuro. Numero item in linea latitudinum 240 milliaria seu gradus in AE; volvo regulam donec nota incidat in parallelum EC, regula insistet rumbo quæsito, & latus AD dabit milliaria longitudinis, quæ reducta exhibebunt differentiam longitudinis.

Possent addi alia problemata, quæ supponerent cognitam longitudinis differentiam, quæ cum observari non possit sunt inutilia.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Quomodo inveniendus sit terminus ad quem dum navigatio per plures rumbos peracta est.

Sæpe accidit ut intra diem navigatio per plures rumbos instituatur, ita ut difficillimum videatur singulos cursus ad arithmeticos calculos revocare, tunc autem præcipuè geometricè procedendum esse puto, regulamque & circinum adhibendum. Primò constituenda est partialis mappa continens unum aut alterum gradum. Modum construendæ mappæ ope scalæ universalis supra docuimus: poteris tamen ex quadrato reductionis eam facilè eruere. Assume circino gradum unum longitudinis, illumque multiplica quantum volueris, ut mappam augeas. Assume ex linea latitudinum crescentium gradum latitudinis in quo navigatum est, eumque similiter multiplica; atque ita formabitur rectangulum cujus maxima dimensio erit gradus latitudinis, seu meridianus & minor erit gradus paralleli, habebuntque in mappa eandem proportionem quam in superficie telluris obtinent.

Non erit difficilè omnes cursus in tali mappa notare, si utaris gradu meridiani, tanquam scala milliariorum sexaginta; ut supra docuimus, ita ut intra horæ quadrantem quotquot volueris cursus possis notare in mappa, & invenire locum ad quem pervenit navis.

Hæc praxis si bene intelligatur sufficiens est nauclero, ut omnem navigationem dirigat sine ullo erroris periculo.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Mapparum hydrographicarum correctio.

Pleræque Mediterranei maris mappæ erroribus scatent, quod ex naucleorum inscitia procedit, qui nec latitudinem regionum, nec magnetis declinationem observant, nec distantias satis exactè æstimant, neque unquam littorum ichnographias describunt. Ideoque mirum non est si eorum mappæ hydrographicæ ita detortæ sunt, ut loca in eodem parallelo sita, in diversis exhibeantur, atque adeò operæ pretium foret si naucleri in id incumberent, singulique eam partem corrigendam susciperent, in qua navigarent. Possunt autem corrigi mappæ eodem prorsus modo, quo invenitur locus ad quem pervenit navis. Primò observando & corrigendo rumbum per quem navigatur, observatione magneticæ declinationis. Secundò æstimando iter seu distantiā, quam fieri poterit exactissimè. Tertiò observatione latitudinis.

Incipio v.g. à monte Gilbratar cujus observo latitudinem; tum illum colloco in aliquo meridiano mappæ reductæ. Navigo exinde ab eo monte usque ad promontorium Gatea nempe per Est quard Nordest miliaria 204, duco in mappa lineam occultam secundum inclinationem septimi rumbi, & in ea assumo milliaria 204. Si observata latitudo, eadem est ac quæ ex distantia & rumbo oritur, benè omnia processisse concludo. Notandum autem est in septimo rumbo multum deferendum esse æstimationi itineris quilibet enim error latitudinis augetur multum.

A Promontorio Gates ad Promontorium Palo cursus fuerit per *Nordest quard d'Est*, seu per 5 rumbum 97. milliaria. Ducta igitur linea occulta parallela rumbo proposito, acceptisque in ea 97 milliaribus, video an latitudo observata respondeat illi quam tribuunt rumbus, & distantia, atque ita possum totam correctionem perficere, procedendo scilicet per singula promontoria. Ut spatia intermedia suppleantur describenda foret littorum ichnographia per praxes infra libro septimo tradendas.

Si accidat ut ex loco edito videatur promontorium aliquod dissitum, linea visualis potius cum circulo maximo, seu circulo positionis, quam cum loxodromis congruit, ideoque potius agendum est trigonometricè, quam loxodromicè. Si tamen hæc linea unum aut alterum gradum non excedat, negligatur hæc cautio.

DE NAVIGATIONE LIBER SEXTUS.

De æstimatione itineris per obſervationes latitudinis correcta.

VOCO æſtimationem itineris, judicium de itinere à navi intra certum tempus decurſo, vocatur æſtimatio, ob incertitudinem, cum difficillimum ſit aliquid certi ſuper ea re definire, cum celeritas navigii, ex tot circumſtantiis pendeat, ut non niſi experientia duce aliquid certi ſuper ea re conſtitui poſſit. Partium enim proportio, figura, onus impoſitum, æquabilitas partium magnitudo velorum, ad id plurimum faciunt, ideoque niſi ad experientiam, & effectum aliquem ſenſibilem provocetur, hanc æſtimationem præciſam humani vires ingenii ſuperare exiſtimo. Quare totum hunc librum circa hanc itineris æſtimationem aut ritè peragendam, aut per obſervationes latitudinis corrigendam impendam.

PROPOSITIO I.

Problema.

Quid ſit milliare determinare.

Maximam in hac materia perplexitatem peperit menſurarum diverſitas in variis regionibus uſurpatarum. Navarchus Genuenſis, cum aliqua menſura uſus eſſet, quæ ſexaginta milliaria in uno gradu telluris conſtitueret, & mappam Geographicam adhiberet, quæ 75 milliaria in uno gradu numerabat naufragium paſſus eſt, cum ſe longius à terra diſtare exiſtimaret.

Certum eſt milliare in mille paſſus, paſſum in quinque pedes, pedem in duodecim digitos dividi, ſed adhuc nihil conſecuti ſumus, cum in diverſis regionibus pedis longitudo varia uſurpetur. Quare ut aliquid certi conſtituamus, menſuram ſtabilem, & ab hominum voluntate independentem adhibebimus. Unus gradus telluris erit hæc menſura, quam divido in 60 minuta. Quia autem unum minutum proximè accedit ad milliare, minutum gradus erit milliare terreſtre, continens paſſus mille, pedes autem quinquies mille, quare reſtat pedis magnitudo conſtituenda.

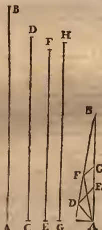
Pater Riccciolius invenit in uno gradu maximi circuli terræ paſſus 63158, ad pedem Bononienſem exacta. Snellius invenit tantum 54355, Mathematici Pariſienſes inveniunt tantum 58481.

Ego verò mediam aliquam viam iniens conſtituo paſſus 60000 ſeu milliaria 60 ad pedem Bononienſem exacta.

A B erit quarta pars pedis Bononienſis,
C D quarta pars pedis Pariſienſis,
E F quarta pars pedis Rynlandici.
G H quarta pars pedis Romani Veſpaſiani.

Si pes Pariſienſis dividatur in 1440 partes, pes Rynlandicus continet 1390, pes Londinenſis 1350, pes Bononienſis 1686.

Pendulum cujus una vibratio ſimplex adæquat unum minutum ſecundum, ſeu quod intra horam perficit vibrationes ſimplices 3600, continet 36 digitos & octo lineas cum dimidia pedis Pariſienſis, ſeu continet partes 3305 ſupra relatas.



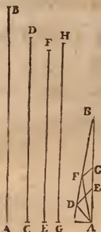
Pendulum verò perficiens intra horam vibrationes compoſitas 3600 continet partes $1076\frac{7}{11}$ pedis Pariſienſis.

Pes Bononienſis quem aſſumo pro pede geometrico, perficit intra horam vibrationes ſimplices 3751.

Videor ſatis determinaſſe pedem terreſtrem, quem æqualem facio pedi Bononienſi. Quamvis autem quartam eius partem in figura proponam, ſi quis tamen exactiorem eius determinationem requirit, aſſumat filum eique appendat globum ſclopetarium, ita ut eius longitudo à centro globi ad punctum ſuſpenſionis contineat quater lineam AB, hoc pendulum perficiet intra horam vibrationes

 tiones

tiones simplices 7752. Si pauciores perficit longius est, si plures brevius est quam par sit. Eius



autem præcisam longitudinem hac propositione definies.

Ut quadratus numeri vibrationum, penduli A
ad quadratum numeri vibrationum penduli B eodem scilicet tempore peractarum,
ita longitudo penduli B
ad longitudinem penduli A.

Si verò quæris numerum vibrationum alicujus penduli.

Fiat ut longitudo penduli A
ad longitudinem penduli B,
ita quadratus numeri vibrationum à pendulo B intra horam perfectarum,
ad quadratum numeri vibrationum à pendulo A eodem tempore peractarum.

Hæ propositiones in statica demonstrantur.

PROPOSITIO II.

Problema.

Primus modus æstimandi itineris.

Naves ut jam dixi non eadem celeritate feruntur, etiamsi eodem vento similiterque expansis velis utantur. Aliæ sunt aliis velociores, nonnullæ vento postico optimè decurrunt, quæ Bolinæo non resistunt, sed ad latera detorquentur, ut Saiquis Turcicis accidit. Sæpissimè causa latet quæ tantam celeritatem uni navi præ cæteris tribuit, immò sæpè observatum est duas naves, ab eodem architecto sub iisdem mensuris fabricatas inæqualiter veloces esse. Hinc fit ut modus imponendi oneris multum ad cursum faciat. Vidi triremem, quæ velocius ferretur dum eius tormentum majus ad proram provectum erat, quam dum in sua statione in medium retrahebatur.

Certum est autem navim recenter sævo illitam quinta parte velocius decurrere, quam dum mucorem contraxit. Ex quibus concludo nullum de navis alicujus celeritate judicium ferri posse, nisi ad experientiam provocetur. Hæc autem observatio facilè haberi potest. Primò dum navigatio secus littora instituitur, notatis omnibus circumstantiis, nempe si ventus posticus est obliquus, quadrantalis, aut bolinæus, si intensus, aut remissus, si omnia adhibentur carbasa.

Secundò si navigatur Nord & Sud notari potest quanta sit latitudinis mutatio intra 24 horas, assignatis in singulos gradus 60 milliaribus.

Tertiò in quolibet rumbo scire possumus quot milliaria singulis gradibus competant. Primo $61\frac{1}{7}$. Secundo $64\frac{1}{7}$. Tertio 72. Quarto $84\frac{6}{7}$ Quinto 108. Sexto $156\frac{5}{7}$. Septimo $307\frac{1}{7}$.

Hæc observatio multùm confert ad judicium deinceps de celeritate navigii ferendum.

PROPOSITIO III.

Secundus modus æstimandi itineris.

Hunc modum communiter adhibent Nautæ Massilienses, ut fluxum aquæ secundum navigii latera diligenter observent. Cum enim motus navis in anteriora non advertatur, in aquam refunditur, quæ in posteriora, videtur refluere. Quare vidi nonnullos qui assererent, quod si ligni ad proram projecti cursum homo totis viribus ad puppim currens adæquet, fore ut navis motus æqualis sit cursui veredarii, & 6 milliaria intra horam perficiat. Si verò antevertat lignum, navis tardius feretur. Licet in navi Massiliensi per octingêtas leucas navigarim, semel tantum hanc observationem vidi fieri, quam fallaciis obnoxiam judico. Quare nutât eorum æstimationes, eò quòd nullo certo nitantur principio. Quod inde manifestum est. Si enim duos aut tres naucleros separatim interroges, nunquã consentientia elicies responsa, & qui ad proram sedebit, unum aut etiam alterum milliare motui horario addet, supra æstimationem consistentis ad puppim, eò quòd aquæ resistentia, & motus melius in prora, quam in puppi advertatur. Potest item hæc æstimatio aliis circumstantiis niti, ut intensioni venti, distensioni carbasorum. Compertum tamen est incertam & fallacem esse omnem etiam peritorum æstimationem.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Tertius modus æstimandi itineris.

Hæc praxis communiter ab Anglis, singulis horis usurpatur. Primò adhibent clepsydram, quæ semiminutum adæquet, seu centies vigesies intra horam fluat. Funiculo item utuntur diviso in septenas circiter orgyas, cui annectunt lignum figuram navigii præferens & plumbo bene onustum. Corda autem aut facile deglomeretur, circa cylindrum in puppi volubilem circumvolvitur.

Ita autem observatio peragitur, lignum in aqua projicitur, primoque viginti circiter orgyæ deglomerantur quasi inutiles, antequam instituatur numeratio, ne scilicet puppis altitudo aliquid erroris invehat. Ut primum occurrit nodus, invertitur clepsydra, & sensim devolvitur funis accommodatè ad motum navis, ita ut nec nimis sit laxus funis, nec etiam lignum trahat, quot interea dum fluet

fluet navis occurrent nodi, tot milliaria intra horam decurret navis.

Dico ergo ut succedat operatio, internodia continere, octo passus Bononienses & $\frac{1}{3}$. Si enim 1000 passus dividas per 120, invenies 8 $\frac{1}{3}$. Si enim navis intra semiminutum perficit 8 passus cum triente, intra horam perficiet milliare.

PROPOSITIO V.

Problema.

Modus facilis æstimandi itineris.

Ut aliquid addam de meo Anglicæ methodo, eamque facillimam reddam. Pro clepsidera semiminuti fiat pendulum, cujus una vibratio simplex unum minutum secundum adæquet, eritque illius longitudo trium pedum, & octo linearum Parisiensium, nempe puncto suspensionis ad centrum glandis plumbeæ. Dividatur corda in passus geometricos secundum pedem Bononiensem.

Projice lignum in mare, & deglomera 20 exapedas ut inutiles, propter altitudinem navigii, & cum primum ad divisiones perveneris, pendulum incita, & numera 36 vibrationes simplices, nempe itus est una vibratio, & reditus altera, & ubi perfectæ erunt 36 vibrationes, siste funem, & numera passus geometricos, huic autem numero addes duo zero, ut si invenisses 57 passus, additis duobus zero, haberes 5700. Si esset præter passum aliqua ejus pars, esset addenda. Nempe habeatur separatim passus divisus in 100 partes, & videbis quid addendum sit. Ut si haberes passus 57 $\frac{1}{2}$ fierent 5750 passus intra horam.

Demonstratio facilis est. Si enim intra partem centesimam horæ navigium perficit 57 passus, intra horam centuplum perficiet. Multiplicatur autem numerus per 100, si illi addantur duo zero.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Antiquorum methodus metiendi itineris.

Antiqui ut refert Vitruvius ad navium latera, rotas adhibebant palmulis instructas, quæ cum in aquam incurrerent, volvebantur & milliaria confecta indicabant.

Maximi sanè momenti foret, si tale quid ad praxim revocari posset, sed multa obesse videntur, primum quod naves nostræ non æquabiliter feruntur, sed modo in hanc, modo in illam partem inclinentur, atque adeo hunc motum rotarum inutilem redderent.

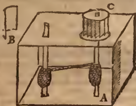
Secundum & præcipuum est, quod hujusmodi rotæ cursum navis retardarent. Nam quod ad primum pertinet, possent construi duæ naviculæ aliquibus tantum pedibus ab invicem sejunctæ, quæ rotam alatam hinc inde sustentarent, cujus axis denticulis instructus alias rotas moveret, ita ut ex indice notus esset numerus circumvolutionum. Quare sumptis nonnullis experimentis in itinere nobis noto, scire possemus quot circumvolutiones intra unum diem navis perficeret. Quia tamen hæc naviculæ velocitati officerent, nullus est qui non malit potius carere exacta itineris mensura, quam retardari.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Sextus modus æstimandi itineris.

Cum velocitas quâ fertur navigium, ventum ut causam unicam agnoscat, satis certò de illa judicabimus, si de venti intensione, & viribus aliquid certi constituerimus. Methodus Anglorũ errori est obnoxia, quia ventum supponit æquabilẽ. Quia tamen ventus sæpe sensim aut remittit, aut intenditur, hæc praxis in aliquo semper deficiet, unde vellem addere machinam, ad ventum volubilem, cujus circulationes scire possemus. Primò posset fieri rota alata, qualem in molendinis velatibus adhibemus: id tamen incommodi habet, quod non nisi directè vento opposita volvatur, posset quidem detineri in eo situ à pinnacidio aliquo.



Arridet magis rota horizontalis, cujus diameter esset unius aut alterius pedis. Ea ferri albi laminis componi posset. Illius artificium in eo positum est, quòd convexo-concavis alis constet in eandem partem obversis: ex quò fit, ut ventus majores habeat vires ex ea parte, quâ in concavitates incurrit.

Aliqui machinam simplicissimâ hâc rotâ instruunt. Duo sunt axes quibus alternatim imponi potest hæc machina. Circa unum axem filum valde longum circumvolvitur, tum alteri imponitur rota, ut devolvatur filum: sic enim scire poteris quot circulationes perficiet donec circumvolutum sit filum, & tunc mutari debet rota & alteri imponi. Supponamus filum continere circumvolutiones 4000, demitto in mare naviculam illam Anglicam, & numero passus geometricos in fune notatos, qui decurrantur interea dum rota 100 circulationes perficiet, tum dicerem in singulas vices quibus ab uno in alium axem alternanda esset rota. Si 100 dant 60 verbi gratia passus, quot passus dabunt 4000, invenirem duo milliaria 400 passus. Hæc observatio iteranda esset quoties ventus mutaretur, aut expanderentur de novo aliqua carbasa. Id quo in hac praxi timeo, esset, ne filum, unum in locum coacervaretur, & sic augeret diametrum axis. Si enim posset ita benè aptari, ut æqualiter semper circa axem circumvolveretur, exactus in singulas vices circulationum numerus haberetur.

Aliam machinam commodiorem propono, cujus expensæ sunt modicæ, quatuor aut quinque axibus constat quorum primo imponitur rota qualem supra descripsimus. Huic parva trochlea inferitur, cujus

cujus funis, circa aliam majorem trochleam circumvolvatur: proportio autem majorum & minorum trochlearum sit talis, major sit decupla minoris. Sic enim tribus majoribus trochleis, ultima semel tantum circulabit, cum rota alata mille circulationes peraget.

Si adderetur quarta, circumvolveretur semel cùm prima tota decies millies. Quare hâc machinâ, cognoscemus exactè circumvolutiones primæ.

Posset quidem alia machina fieri, idem omninò præstans, nempe si pro parvis trochleis fierent parvæ rotulæ quinque denticulorum, quæ incurrerent in majores quinquagiotâ denticulorum.

Vel faciliùs duabus rotis id perageremus centum denticulorum, nam pro axe nempe AB, spira quam vocant infioita adderetur quæ in rotam centum denticulorum incurrens, centies volveretur interea dum primus axis 100. circulationes absolveret. Si axi hujus rotæ alia addatur spira, quæ pariter in denticulos rotæ æqualis incurrat; cum prima decies millies voluetur, secunda unicum circulum absolvet.

Quamvis hæ machinæ videantur parvi momenti, assero tamen maximi esse in navigatione, & satis exactam haberi posse itineris confecti cognitionem.

Dum triremis aut quæcumque alia navis remis agitur. Adhuc facilius æstimari potest quantitas itineris, cum enim uniformior sit remigatio, quàm velificatio, si bis aut ter adhibeatur praxis Anglica, & exactè notetur tempus quò remigatur, habebitur quantitas itineris.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De latitudine, elevatione poli, & declinatione Solis.

Demonstravi in secundo latitudinem regioois æqualem esse elevatiooi poli, ideoque observationes unius, alteram facilè exhibent, eas tantum hic referam quæ in mari locum habent. Astronomisq; relinquam eas quæ majorem apparatum requirũt.

Ut bene intelligantur praxes iofra tradendæ, notandum est Solem in circulo æqoinoctiali non semper versari, sed ab eo hinc inde, modo ad Austrum, modo ad boream recedere. Hic recessus seu distantia ab æquatore dicitur declinatio, respondetque terrestri latitudini. Sicut enim regionis latitudo est ejus ab æquatore distantia, ita etiam in cœlo declinatio, est syderis ab æquatore distantia.

Stellæ fixæ intra 100 annos vix sensibilem declinationis mutationem patiuntur, planetæ autem in singulos dies declinationem mutant.

Circa 21 Martii, & 23 Septembris Sol declinatione caret, & in plano æquinoctialis circuli invenitur. Sed à 21 Martii ad 23 Septembris declinat ab æquatore versùs polum Arcticum: Ad Austrum verò à 23 Septembris ad 21 Martii.

Notandum etiam est altitudinem æquatoris meridianam, æqualem esse complemento latitudinis aut elevationis poli, ut si circulus AEB sit meridianus, in quo polus sit H, zenith E, horizon DK, æquinoctialis AB, elevatio poli KH, ejus complementum H E, elevatio æquatoris D A, certum est elevationem poli KH, æqualem esse latitudini AE, & arcum H E complementum scilicet elevationis poli K H, æqualem esse arcui A D, seu altitudini meridianæ æquatoris.

Ad inveniendam latitudinem regionis per altitudinem Solis, necessarium est scire ejus declinationem, pro eo tempore quo fit observatio, quarum supputandus esset locus Solis, & illi respondens declinatio. Ne tamen labores ob tot supputationes, habetur infra tabula declinationis singulorum graduum Eclypticæ, cujus usum sequentes duæ propositiones docent.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Data loco Solis, ejus declinationem invenire.

Quæratur declinatio Solis decimumquintum gradum Tauri occupantis. Consulatur in prima columna gradus 15, & in ejus linea tertia columna sub titulo Taurus, invenio declinat. grad. 16. min. 13 sec. 39. Declinatio decimi cancri in quarta columna invenietur gr. 23. min. 8. sec. 48.

Si quæreretur declinatio grad. 20. cum min. 30. Arietis, subtrahenda esset declinatio vigesimi gradus, ex declinatione sequentis, nempe 7. 50. 46. ex 8. 13. 21. restantque min. 23. 15, tum instituenda regula trium: Si unus gradus, seu 60 min. dant min.

min 23.25. quod dabunt 30 minuta, invenioque 82.41$\frac{2}{3}$ quæ addenda sunt declinationi 20 graduum, habebisque 8 gradus min.2. sec.8.

PROPOSITIO X.

Problema.

Data declinatione solis eius locum in Eclyptica invenire.

Ope ejusdem tabulæ data solis declinatione eius locum invenimus. Sit data declinatio solis borealis gr.4. min.22. hanc quæro in tabula eamque invenio in secunda columna, è regione undecimi gradus, sol igitur versatur in undecimo gradu arietis, aut in 19 virginis, cujus titulus invenitur in parte inferiori, & gradus numerantur in ultima columna. Si declinatio Australis esset sol existeret in gradu undecimo libræ, aut in 19, piscium. Possumus autem facilè determinare signum quod sol quolibet tempore percurrit; cum ingrediatur arietem 21 Martii, Taurum circa 21 Aprilis, atque ita consequenter singulis mensibus unum signum perficit.

Nonnulli loco tabulæ declinationum substituerunt circulum, in suos gradus distinctum, cujus diameter hinc inde in 23 partes cum dimidio, quasi in totidem gradus lineis parallelis divideretur. Sed non immoror diutius, cùm hoc instrumentum sit fallax, & erroneum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

De Tabula exhibente declinationem solis in singulos dies.

Proponitur communiter tabula quatuor annorum, ad inveniendam solis declinationem. Requiritur autem quadruplex, quia cum annus civilis communis deficiat ab anno solari quinque horis, & 49 minutis, sol secundo anno, & eodem die, non tantum provectus est in sua Eclyptica, quantum primo, atque adeo eandem declinationem non obtinet. Quia autem bissextilis dies qui quarto quoque anno mensi Februario accrescit, annum civilem, in pristinum ferè statum restituit, videtur sufficere tabula quatuor annorū. Quia tamen aliorum inventa simpliciter & sine additamento non sunt referenda, cum hæ tabulæ perpetuæ esse non possint, sed post aliquos annos deficiant, reddanturque inutiles, nisi variis correctionibus reformentur, quarum ut plurimum naucleri non sunt capaces, ideo pro quatuor tabulis octo propono; quæ non quarta diei, sed tantom octava parte different, atque octo nullum defectum tribus minutis majorem efficere non possint.

Hæ tabulæ declinationem solis exhibent pro meridie diei cujuslibet, suntque affixæ meridiano Romano, qui est trigesimus sextus incipiendo ab insula Palma inter Fortunatas. Hunc meridianum aliis præfero eò quòd in medio Mediterranei maris situs videatur. Præmisi tabulam indicem, quæ pro centum & triginta annis ostenderet tabulam in singulos annos usurpandam. V g si quæratur annus 1676 invenio adhibendam esse tabulam primam. Anno 1700 respondet quarta. Incipit quælibet tabula die prima Martii, ad evitandem eam perplexitatem, quæ ex die bissextili addendo oriri poterat. Quare mensibus Januario, & Februario utendum est tabula superioris anni. Ut quamvis anno 1676 respondeat prima tabula, utendum tamen est tabula quarta mense Januario & Februario. Quare cum tabula Indicis continuari possit, quantum voluerimus tabulæ perpetuæ sunt.

Primus usus tabularum declinationis Solis.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Invenire declinationem Solis pro hora meridiana secundum meridianum Romanum.

Proponatur invenienda Solis declinatio pro 24 Septembris meridie, pro meridiano Romano anno 1680, Annorum Index ostendit primam tabulam: quare si in prima tabula quæro in linea diei 24, quæ est in prima columna, in columna mensis Septembris invenies 0. 47 cum titulo sua, Nempe declinationem Australem min.47.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Invenire declinationem Solis, pro quolibet die, & qualibet hora meridiani Romani.

Cum tabulæ nostræ affixæ sint meridiano Romano, horæ ad eundem meridianum referendæ sunt. Proponatur ergo hora quinta matutina diei 28 Septembris anni 1680, quæro in tabula declinationem Solis pro die 27 & 28 meridie, invenioque 1.57, & 2.20. Auferendoque minorem à majori, invenio differentiam min. 23, tum instituo regulam trium si dies integra, seu 24 horæ dant differentiam min. 23, quot dabunt horæ 17, invenio paulò minus quam min.17, addenda minori declinationi, habeoque gr.2. & min.14.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Invenire declinationem Solis pro qualibet hora alterius meridiani.

Volo ſcire declinationem Solis pro hora meridiana primi meridiani; cum meridianus Romanus orientalior ſit primo, gradibus 36, primus meridianus occidentalior erit horis duabus, & 24 min. Quærenda igitur eſt declinatio Solis pro hora ſecunda cum 24 min. meridiani Romani.

Proponatur quærenda declinatio Solis,pro hora quinta veſpertina meridiani orientalioris per duas Romano. Non erit hora quinta in Romano, ſed ſolum tertia. Quæratur ergo declinatio Solis pro hora tertia meridiani Romani, atque ita reducendo horas propoſitas ad Romanas facilè innoteſcet declinatio.

PROPOSITIO XV.

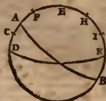
Problema.

Primus modus obſervandæ latitudinis per altitudinem meridianam Solis.

Obſervetur altitudo Solis, media circiter hora ante meridiem, identidemque repetatur obſervatio donec ſenſibiliter decreſcere deprebendatur. Omnium maxima erit altitudo Solis meridiana, quæ corrigatur ſubtractâ refractione. Habeatur item ratio altitudinis oculi, ſupra ſuperficiem maris, ut docuimus ſuprà. A complemento altitudinis Solis ſubtrahatur declinatio Solis Auſtralis, aut eidem addatur borealis, habebiſque latitudinem.

Sit meridianus AEB, æquator AB, DH horizon,H polus, D F altitudo Solis meridiana, verbi gratia graduum 60, ejus complementum FE graduum 30. Supponitur eſſe dies prima Maii anni 1676, inveniesque declinationem Solis AF borealem graduum 15. min. 25, quam addes complemento E F, ſeu gradibus 30, fietque latitudo A E grad. 15. min 15.

Pariter die 15 Decembris anni 1676, fuerit obſervata altitudo meridiana DC graduum 20, illius



complementum CE erit graduum 70. Declinatio Solis reperitur in tabula grad. 18. min. 47. nempe arcus CA qui ſubtractus ex CE grad. 70, relinquit latitudinem AE grad. 51 min. 13. Cum autem dixi declinationem borealem addi complemento, & auſtralem ſubtrahi, intelligo quandiu verſamur in hemiſphærio boreali. Cum enim in Auſtrali degimus contrariæ leges ſunt obſervandæ.

Si verò ita eſſemus vicini æquatori, ut declinatio Solis major eſſet latitudine, complementum altitudinis ex declinatione ſubtrahendum foret. Ut ſi in decimo parallelo boreali verſaremur, Sole tropicum cancri occupante, eſſetque ejus elevatio ſupra horizontem graduũ $76\frac{1}{2}$ & complementum graduũ $13\frac{1}{2}$, quod ſubtractum ex declinatione graduum $23\frac{1}{2}$, relinquit latitudinem graduum 10.

Eadem cautio adhibenda eſt ſtellis, quarum major eſt declinatio, noſtra latitudine.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Secundus modus obſervandæ latitudinis, per altitudinem meridianam ſtellæ.

Suppono haberi tabulam declinationis ſtellarum. Notandum autem ſtellarum declinationes intra 100 annos vix mutari, ideoque declinationes propoſitæ pro anno 1700 uſurpari poſſunt pro toto ſæculo ſequenti. Si ſtella obſervetur inter tuum verticem, & auſtrum, eædem regulæ obſerventur ac in Sole. hoc eſt declinatio ſtellæ auſtralis ſubtrahatur, borealis addatur complemento altitudinis; habebiturque latitudo.

Verbi gratia dum ſyrius ſeu canis major accedit ad meridiem, ſeu ad rombum Sud, ejus altitudo identidem obſervetur, donec decreſcat ſenſibiliter, omnium maxima, erit ejus altitudo meridiana. Hæc ſupponatur eſſe grad. 40. & ejus complementum 50, à quo ſubtrahatur declinatio Auſtralis Syrii, nempe grad. 16. min. 18, reſtabit latitudo grad. 33. min. 42.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

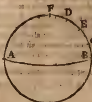
Tertius modus obſervandæ latitudinis per ſtellas circumpolares.

Proponatur primò ſtella quæ non occidat, & quæ maxima altitudine inveniatur inter Zenith & polum: quod facilè per comparationem cum ſtella polari dignoſci poteſt. Ob-



ſervetur ejus maxima altitudo B D, ex qua auferes DE complementum declinationis ejus, reſtabitque elevatio poli BE. Verbi gratiâ. Claræ Guardiarum, ut vocant, declinatio eſt 75 graduum, min. 37. & 30. ſec. complementum erit graduum 14 minut. aa $\frac{1}{2}$. Supponamus ejus altitudinem meridianam maximam eſſe graduum

duum 60, subtractis grad. 14. 22 $\frac{1}{2}$ restat altitudo poli grad.45 & min.37. $\frac{1}{2}$.



Eædem stellæ meridianum attingunt infra polum, earumque altitudo meridiana erit omnium minima. Facile autem id cognoscere poteris, adhibendo perpendiculum quod secet stellam polarem. Huic ergo elevationi minimæ adde complementum declinationis ejusdem stellæ, ut habeas elevationem poli. Verbi gratiâ si Clara Guardiarum observata fuerit elevata gradibus 35 in sua minima altitudine addendo 14. 22 $\frac{1}{2}$, complementum ejus declinationis fiet elevatio poli graduum 49. 22 $\frac{1}{2}$.

Hæc ultima praxis valet etiam in sole, in iis regionibus in quibus non occidit, cum noctes majores sunt, altitudinem poli observamus, non cognita stellæ declinatione, nempe maximam & minimam ejusdem stellæ elevationem simul addimus, summa bifariam divisa dat altitudinem poli.

Possent haberi stellæ circumpolares in charta descriptæ, secundùm propriam ascensionem rectam, & declinationem.

PROPOSITIO XVIII.

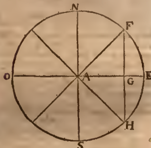
Problema.

Quartus modus observandæ latitudinis per stellam polarem.

Naucleri communiter in observanda poli altitudine, stellam polarem adhibent, quæ cum circulum valde parvum describat, eidem altitudini diutius insistit, ideoque modicus esset error, etiamsi in ipso præcisè meridiano non observaretur.

Quamvis quocumque tempore ex altitudine stellæ polaris concludere liceat altitudinem poli, cum tamen nobis liberum est, satius est ut eam observemus stella meridianum occupante. Quod facilè ex duabus aliis stellis dignoscere possumus, nempe ex stella quæ in eductione caudæ ursæ majoris posita est, seu ex equo rotis propiore. Item ex stella quæ in femore Cassiopeyæ sita est. Si enim perpendiculum ita oculo admoveamus, ut stellam polarem secet, & insuper primam stellam infra, & secundam supra polum, Tunc stella polaris meridianum supra polum attingit. Quare si ex ejus altitudine auferas duos gradus, & 25 minuta ex ejus altitudine, restabit elevatio poli.

Si verò hæc stella Cassiopeya attingat perpendiculum infra stellam polarem, eadem stella polaris attinget meridianum infra polum, ejusque elevationi addendi erunt duo gradus cum 25 minutis, ut habeatur altitudo poli. Ut autem habeatur quid addendum sit aut subtrahendum altitudini stellæ polaris extra meridianum existentis, sciendum est omnes fere divisiones à naucleris usurpatas institui in rumbos 32, & in multis casibus minus appositè. Cum enim assiduè præ oculis pixidem nauticam habeant, eam ad omnes materias traducunt. Possumus igitur circellum à stella polari descriptum in 32 rumbos dividere, ita ut Nord supremum, Sud infimum locum obtineat, Est sit ad dexteram, Oüest ad sinistram respicientis. Cum igitur stella polaris lineam Nord attingit duobus gradibus cum minutis 25, supra polum attollitur, totidemque deprimitur infra polum, in rumbis Est & Oüest assumi potest ut æqualiter cum polo elevata, quamvis inveniatur aliquod discrimen exigui momenti.



Ut hæc altitudo ad calculos revocetur, supponatur stella in rumbo Nordest in punctо F, eritque altior polo secundum lineam GF. Possumus ergo dicere: Ut sinus totus AN ad GF sinum arcus FE complementi anguli FAN, seu inclinationis rumbi, ita duo gradus cum 25. min. seu 145 minuta ad GF, quæ minuta subtrahenda erunt ex altitudine stellæ ut habeatur altitudo poli. Opus autem erit tantum instituere septem regulas trium pro singulis rumbis. Quantum enim subtrahendum est ab altitudine stellæ positæ in F, nempe in Nordest, tantum illi addendum est stellâ positâ in Sud-Est.

Tabula indicans quid addendum ſit altitudini ſtellæ polaris aut ſubtrahendum ut habeatur altitudo poli.

Rumbus ſtellæ polaris.	Gr. Subtrah.	min.	Rumbus ſtellæ polaris.
Nord.	2.	20	*Nord.*
N ¼ NE	2.	17	N ¼ N O
N N E	2.	9	N N O
N E ¼ N	1.	56	N O ¼ N
N E	1.	39	N O
N E ¼ E	1.	18	N O ¼ O
E N E	0.	54	O N O
Eſt ¼ N E	0.	28	O ¼ N O
Eſt	0.	0	O
	Adde		
E ¼ S E	0.	28	O ¼ S O
E, S E	0.	54	O, S O
S E ¼ E	1.	18	S O ¼ O
Sudeſt.	0.	39	S O
S E ¼ S	1.	56	S O ¼ S
S, S E	2.	9	S, S O.
S ¼ S E	2.	17	S ¼ S O.
Sud.	2.	20	*Sud.*

Facilè obſervari poteſt rumbus ſtellæ polaris. Si enim per foramen noctuilabii ſtellam polarem reſpicias, rombus in quem incidet, ſtella quæ eſt in femore Caſſiopeïæ, erit idem ac rombus ſtellæ polaris; è contra rombus in quo invenitur ſtella quæ in eductione caudæ Urſæ majoris, eſt oppoſitus rumbo ſtellæ polaris.

Quia tamen naucleri ſunt aſſueti rumbis claræ Guardiarum ut vocant, ſeu clarioris poſteriorum rotarum minoris currus infra, propono tabulam huic ſtellæ accommodatam, cujus uſus facillimus eſt.

Obſervato rumbo in quem cadit clarior poſteriorum rotarum minoris currus, aſſumpta ſtella polari pro centro, hic rumbus in tabula inventus, habet è regione, quid addendum, aut detrahendum ſit altitudini ſtellæ polaris, ut habeatur altitudo poli.

Rumbus claræ poſteriorum rotarum minoris currus.	Gr. Adde	min.	Rumbus Claræ	Gr.	min.
				Subt.	
Nord.	1.	3	*Sud.*	2.	3
Nord ¼ NE	2.	14	S ¼ S O	2.	14
N N E	2.	19	S, S O	2.	19
N E ¼ N	2.	18	S O ¼ S	2.	18
N E	2.	12	S O	2.	12
N E ¼ E	2.	0	S O ¼ O	2.	2
E. N E	1.	47	O S O	1.	48
E ¼ N E	1.	27	O ¼ S O	1.	27
Eſt.	1.	4	O	1.	4
E ¼ S E	1.	38	O ¼ N O	0.	39
E S E	0.	12		*Adde.*	
	Sub		O N O	0.	12
S E ¼ E	0.	16	N O ¼ O	0.	16
Sud-Eſt.	0.	43	N O	0.	43
S E ¼ S	1.	8	N O ¼ N	1.	8
S, S E	1.	30	N N O	1.	30
S ¼ S E	1.	48	N ¼ N O	1.	48

PROPOSITIO XIX.

Problema.

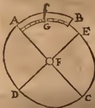
Quintus modus observandæ latitudinis per stellam polarem.

Praxin universaliorem propono, nam communis mihi displicet. Primò quia noctulabium commune divisum tantum in rumbos, videtur non satis præcisum, ita ut differentia additamenti in rombis vicinis sit nonnonquam minutorum 15. Secundò noctulabium exiguus ad stellam ita vicinam polo, ut si vel tantisper in unam partem inclinetur facilè errorem inducat semirumbi.

Vellem igitur noctulabium paulò majus, divisum non tantum in rumbos, sed in horas, & gradus, ita ut divisionum characteres procederent ex Nord per Est ad Sud, secundum successionem signorum, seu eo modo quo numeratur ascensio recta.

Secundò nollem noctulabium instructum manubrio, quia difficillimè statuitur parallelum æquatori, mallem illi addi arcum divisum in gradus, cum annulo mobili, ut suspenderetur secundum latitudinem æstimatam.

Tertiò ut facilius habeatur præ oculis id quod addendum, aut subtrahendum est elevationi stellæ



ad constituendam elevationem poli, cum distantia ejus à polo sit grad. 2. min. 20, seu 140 minutorum. Dividatur utraque semidiameter in 14 partes quarum quælibet in 10 subdivisa intelligatur, in toto semicirculo superiore ab Oüest per Nord ad Oüest subtrahendum erit, in opposito addendum erit.

Ut habeas præcisè rumbum stellæ polaris, sciendum est quantum stellæ quas adhibes ab ea distent. Et primò quidem quæ in edoctione caudæ Ursæ majoris sita est, opponitur è diametro stellæ polari; Quæ est in femore Cassiopeiæ, eidem meridiano subjacet. Alterutra supra horizontem spectabitur.

Clara custodum occidentalior est stella polari gradibus 151 ½ quare invento claræ rombo numera 151 gradus cum dimidio, secundum seriem signorum Nord Est Sod, & occurret rombus stellæ polaris.

Remotior duarum posteriorum rotarum orientalior est 15 gradibus; quare observato ejus rombo regrediendum est 15 gradibus contra seriem signorum, nempe Nord Oüest, Sud, Est.

Optimum tamen erit adhibere stellæ polaris altitudinem, quando ad meridianum accedit.

PROPOSITIO XX.

Problema.

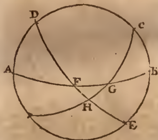
Sextus modus observandæ latitudinis per amplitudinem orticam.

Inter praxes supra propositas ad observationem declinationis magneticæ, hæc fuit ut observarentur puncta pixidis magneticæ, quibus respondet astrum dum oritur, & occidit. Nam arcus inter hæc puncta interceptus divisus bifariam dat complementum amplitudine ortivæ si minor est quadrante, si verò major est, subtractis ab eo 90 gradibus relinquit amplitudinem ortivam. Ut si arcus inter ortum, & occasum sydetis fuerit 140 graduum cujus semissis 70 minor est gradibus 90, ejus complementum 20, erit latitudo. Si verò hic arcus fuerit 210, cujus dimidium 105 majus est gradibus 90. Excessus 15 graduum erit amplitudo ortiva.

Data amplitudine ortiva, & ejus declinatione, quæro in tabulis amplitudinum ortivarum, in qua latitudine, tali declinationi respondet hæc amplitudo ortiva, hæc enim erit latitudo quæsita.

Tota difficultas hujus praxis in eo posita est, quod non satis exactè observetur gradus pixidis nauticæ cui respondet astrum dum oritur, ita ut propter parvitatem rosæ proclive sit errare semigradu, quamvis hæc praxis præcisionem exigat, immo etiam ut habeatur ratio refractionis.

Si careamus tabulis amplitudinum ortivarum, solvendum erit triangulum. Verbi gratia sit horizon AB, æquator ED polus C. astrum oriens, aut occidens in G, amplitudo ortiva erit FG, GH declinatio cognita.



fiat ergo, ut sinus amplitudinis ortivæ F G
ad sinum declinationis H G,
ita sinus totus anguli recti H
ad sinum anguli G F H, seu arcus B E, complementi altitudinis poli BC.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Septimus modus observandæ latitudinis, per duas Solis, aut stellæ elevationes & tempus interjectum.

Si lineam meridianam haberemus in mari æque

 præcisam

præcisam ac eam observare possumus, dum in terra versamur, quolibet tempore ad primam Solis, aot stellæ cujuscumque observationem latitudinem colligeremus. Quia tamen acus magnetica quantumlibet correcta lineam Nord & Sud, ita præcisam non exhibet, ut non erret aliquando uno gradu, illud problema non propono, quia inutile, alia nonnulla in ejus locum substituo.

Suppono haberi arenarium, cujus teneatur duratio, exigaturque ad horologium pondulo instructum. Neque verò requiritur ut præcisè horam adæquet, æqualisque sit ex utraque parte durationis, quod forsitan difficile, forsitan impossibile videretur, sed tantum quantum temporis impendat, ut fluat & refluat; debet item nodus ejus exactè pice afferrumiari, ne aërem externum admittat.

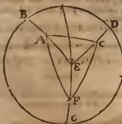
Observetur Solis elevatio, & inverte arenarium donec fluat, & refluat, observeturque Solis elevatio, ex his facillè latitudinem concludes.

Primò quidem in globo selige in parallelo quem Sol eo die percurrit, duo puncta distantia 30 gradibus, si arenarium tempus duarum horarum exhibuit, tum assumendo intra pedes circini tot gradus quot continet complementum elevationum observatarum, descriptis ex punctis paralleli tanquam centris, duobus arcubus sese intersecantibus; punctum intersectionis attinget parallelum latitudinis quæsitæ, ejusque ab æquatore distantia erit latitudo.

Si quis majorem præcisionem exigit trigonometricè operabitur. Observet igitur horâ matutinâ quâlibet Solis altitudinem AB, eamque subtractione refractionis corrigat. Restabit igitur ejus complementum AC, post duas circiter horas arenario determinatas observetur iterum Solis elevatio DE, & dabitur pariter ejus complementum DC. Datur item arcus DF, AF, complementum declinationis Solis, nempe ejus à polo distantia.

Demonstratio. In triangulo DAF, datis duobus lateribus DF, AF, & angulo DAF, quem metitur tempus inter utramque observationem interjectum. Verbi gratia si tempus sit duarum horarum, angulus DFA erit grad. 30, igitur praxes trigonometricæ exhibent angulum DAF, & basin AB. Secundò in triangulo DAC, datis omnibus lateribus innotescit angulus DAC, quo subtracto ex DAF, relinquitur angulus CAF. Denique in triangulo CAF, datis lateribus CA, AF, una cum angulo CAF, dabitur basis FC, complementum altitudinis poli.

Si altitudines observatæ æquales essent, nempe una antemeridiana, altera esset pomeridiana, ut AB, CD, darentur pariter eorum complementa AE, CE, sicut & arcus AF, CF, distantiæ à polo. Cognoscitur item totus angulus AFC, quem tempus inter observationes interjectum metitur: ergo & ejus dimidium AFE. Quare



in triangulo AFE, datis lateribus AE, AF, una cum angulo AFE, dabitur & arcus EF, complementum latitudinis.

Tertiò si altitudines ante & post meridiem observatæ fuerint inæquales pluribus operationibus opus erit, nam primò solvendum triangulum AFC, cujus cognoscimus latera AF, FC, & angulum AFC, quare dabitur basis AF, & angulus FAC. Cognitis item omnibus trianguli AEC lateribus, dabitur angulus EAC, qui subtractus ex FAC, relinquit FAE. Denique in triangulo FAE datis lateribus AE, AF, una cum angulo FAE dabitur basis EF complementum elevationis poli. Hoc problema stellis accommodatum est.

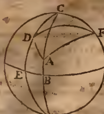
PROPOSITIO XXII.

Problema.

Octavus modus observandæ latitudinis per duas Solis altitudines, & verticalium distantias.

Observentur ut prius duæ Solis, aut ejusdem stellæ altitudines, eodemque tempore gradus pixidis nauticæ, quibus astrum respondet tempore observationis, dico hæc sufficere ad colligendam latitudinem.

Nam in figura penultima dantur ex observationibus altitudines AB, ED, & complementa AC, DC, datur & arcus BE distantia verticalium, dabitur ergo in triangulo ACD, basis AD, & angulus CAD.



Secundò datur declinatio syderis, ergo & complementa AF, DF, quare in triangulo DAF, datis omnibus lateribus, dabitur & angulus DAF. Sed jam cognitus est angulus DAC, quo subtracto ex DAF, relinquitur angulus CAF. Denique

in

in triangulo FAC datis lateribus FA, AC, & angulo CAF, non latebit latus C F, complementum elevationis poli.

Hæc praxis in eo deficit quod observatio distantiæ verticalium per pixidem nauticam non fit satis exacta.

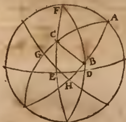
Hoc problema stellis accommodatum est.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Nonus modus observandæ latitudinis per elevationem duarum stellarum.

Observetur eodem tempore duarum stellarum B & C altitudo, nempe arcus BD, CE, dabunturque complementa CF, BF. Si ergo in globo assumas inter cuspides circini arcum C F, & ex stella C ut centro describas arcum CF, pariterque intervallo BF ex stella B ut centro describas alium arcum, habebitur punctum F, eritque arcus B F latitudo.



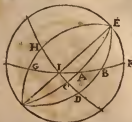
Trigonometricè verò, supponitur cognita ascensio recta utriusque stellæ, ita ut subtracta minore ex majore relinquatur earum differentia GH seu angulus B A C. Volo item cognosci stellarum declinationes HB, GC, & earum complementa CA, BA. Primò solvitur triangulum BAC, innotescitque basis BC, & angulus CBA. Secundò cognoscuntur omnia latera trianguli FBC, dabitur ergo angulus F B C, quo subtracto ex A B C cognito; relinquitur FBA. Denique in triangulo FBA datis lateribus AB, BF, & angulo ABF, non latebit basis AF complementum elevationis poli.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Decimus modus observandæ latitudinis per duas stellas, quæ simul oriuntur, aut occidunt.

Propositiones sequentes videntur maximi momenti, eò quòd stellarum altitudinem non supponant. Observentur ergo duæ stellæ A & B quoad declinationem, & ascensionem rectam cognitæ, simul oriuntur, aut occidunt, subtrahatur minor ascensio recta ex majori, relinquetur differentia CD, seu angulus AEB. Quare in triangulo AEB, datis lateribus AE, BE una cum angulo AEB innotescit EAB. Ideoque in triangulo AEF dato angulo recto F, obliquo EAF, & latere AE innotescit elevatio poli EF.



Qui haberet tabulas differentiarum ascensionalium posset facilè vitare calculum trigonometricum, quærendo in qua latitudine accidat, ut excessus differentiæ ascensionalis stellæ magis declinantis, supra differentiam ascensionalem minus declinantis, æqualis est differentiæ ascensionum rectarum. Hoc est subtrahe ex majore ascensione recta minorem. Ut habeas differentiam ascensionum rectarum consule tabulas differentiarum ascensionalium, pro latitudine æstimata, tum subtrahe minorem differentiam ascensionalem, ex majore, si utraque borealis, aut utraque australis est, vel eas adde si sint diversæ speciei, excessus, aut summa æquales esse debent, differentiæ ascensionum rectarum.

Potes item adhibere stellam Orientem, & alteram Occidentem.

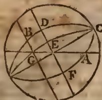
Ut exactior sit operatio, seligendæ non sunt stellæ nimis viciæ neque diametraliter oppositæ, nec Oriens, in uno quadrante, cum Occidente in quadrante opposito, eò quòd quilibet vel minimus error augeretur & excresceret.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

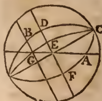
Undecimus modus observandæ latitudinis, per ortum, aut occasum non simultaneum duarum stellarum.

Cum raro admodum accidat ut duæ stellæ, notæ declinationis & ascensionis simul præcisè oriantur, aut occidant, debemus uti duabus stellis quæ ita oriantur, aut occidant, & parvum interjiciatur tempus inter utriusque ortum, aut occasum, metiendo tempus interjectum, aut arenario, aut pendulo libero, quale descripsimus



suprà, aut micationibus arteriæ. Observatum enim est intra minutum arteriam communiter micare

micare octogesies. Supponamus ergo stellam A occidere, stellâ B adhuc supra horizontem positâ,



numero vibrationes penduli, donec stella B occidat. Supponamus me invenire minuta secunda 500, diviso hoc numero per 4, habebo minuta 125, & hunc numerum dividendo per 60, habeo duos gradus, & 5 min. Arcus igitur BG est duorum graduum & min. 5. igitur punctum G ejusdem paralleli, simul cum stella A occubuit. Assumatur punctum G tanquam esset stella cujus ascensionem rectam habebis, si arcum BC subtrahas ex ascensione recta stellæ B si agitur de occasu, vel addas si de ortu, quia ascensionum rectarum numeratio procedit ab occasu in ortum, quare usurpando stellam A & punctum G *per præcedentem* habebis latitudinem quæsitam.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Duodecimus modus observandæ latitudinis per tempus interjectum inter ortum, aut occasum unius stellæ, & illud in quo alia stella meridianum attingit.

Vide figuram præcedentem.

Quamvis difficillimum sit determinare præcisè tempus, quo stella meridianum attingit, quia eius elevatio prope meridianum eadem aliquandiu perseverat, possumus tamen aliter quam per altitudinem observare tempus quo meridianum attingit, ea stella quæ in femore Cassiopeiæ sita est, aut in eductione caudæ majoris ursæ. Dum enim perpendiculum has stellas simul cum polari secat, illæ meridianum attingunt, quare gradus æquatoris earum ascensionem rectam indicans in meridiano versatur, gradus item ejusdem æquatoris, 90 gradibus distans in horizonte, reperitur. Sit ille gradus punctum E, numera vibrationes penduli, donec quæcumque stella B multùm remota ab æquatore oriatur, aut occidat, dabitur que arcus BG, cujus ut prius dabitur ascensio recta nempe punctum O. Arcus OE erit differentia ascensionis, quæ inventa in tabula dabit latitudinem, hoc est data declinatione stellæ, & quærendo sub qua latitudine talis declinatio dat tantam ascensionalem differentiam, habebis latitudinem.

Per trigonometriam. In triangulo GOE fiat ut sinus EO, ad sinum totum; ita tangens GO declinationis stellæ ad tangentem anguli OEG complementi elevationis poli.

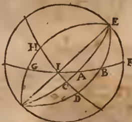
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Decimus tertius modus observandæ latitudinis per differentiam amplitudinum ortivarum duarum stellarum.

Quando duæ stellæ multum ab invicem remotæ eodem ferè tempore occidunt, observa arcum horizontis inter ipsas interceptum: quia autem pixis nautica non videtur instrumentum satis magnum, ad talem observationem peragendam, eum arcum observa, vel cruce geometrica, vel quadrante Anglico, vel alio quovis instrumento paulò majore. Adi exinde tabulam amplitudinum ortivarum, sub latitudine æstimata assumptisque amplitudinibus ortivis, respondentibus declinationi stellarum eas adde si declinationes sint diversæ speciei, vel minorem à majori subtrahe si ejusdem, & relinquetur arcus horizontis inter stellas interceptus, qui si fuerit æqualis observato, latitudo benè æstimata fuit; sin minus alia assumatur.

Trigonometricè idem problema solvitur, nam dato arcu AB, cum arcubus AE, BE complementis declinationum invenietur angulus EAB.



Et in triangulo AEF, si fiat ut sinus totus, ad sinum anguli EAF, ita sinus lateris AE ad quartum, habebitur sinus lateris EF, seu elevationis poli.

Posset quidem comparari stella quæ oritur, cum stella quæ occidit, si pixis nautica sufficienter exhibere posset gradus horizontis respondentes.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

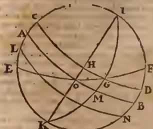
Decimus quartus modus observandæ latitudinis per arcum diurnum, aut nocturnum.

Scientia climatum nobis hanc methodum observandæ latitudinis suppeditat. Observa præcisè durationem diei artificialis, vel si hoc tædiosum videtur, observa arcum diurnum stellæ alicujus ita Australis, ut per duas aut tres tantum horas maneat supra horizontem, aut ita borealis ut totidem sub horizonte lateat. Dum ergo stella occidit versus septentrionem inverte arenarium, iterumque donec eadem oriatur. Ut autem scias partem horæ utere pendulo libero, numerando scilicet ejus vibrationes ab ortu stellæ, donec perfecta sit hora, & minuta bis vibrationibus respondentia subtrahes

hes ab ea, vel si parum inchoata fuerit poterit inverti arenarium ut pars refluat, & interea numerabuntur vibrationes penduli.

Si haberet horologium automaton pendulo instructum exactius, & facilius tempus illud haberetur; dico ergo per hoc tempus facilè innotescere latitudinem.

Demonstratio. Æquator sit A B,C D parallelus quem Sol aut stella describit, ejus declinatio B D



verbi gratia graduum 60, sitque tempus quo sub horizonte latuit horarum 6, cujus semissis 3 hor. erit G D, quare GH, aut O M erit pariter trium horarum seu graduum 45, G M declinatio nota. Fiat in triangulo GOM, ut OM teliquum sex horarum ablato semiarcu nocturno, ad sinum totum, ita tangens declinationis GM ad tangentem arcus BF complementi elevationis poli.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Decimus quintus modus observanda quocumque tempore latitudinis, per hemisphærium nauticum.

Quamvis tradiderim multas praxes, ad observandam quocumque tempore latitudinem, cum tamen acceperim methodum communem sæpe usurpari non posse ob nubes in zona torrida, & cum pleræque praxes trigonometricæ naucleronum captum ut plurimum superent, alias licet non ita præcisas proponendas censui. Si enim verum sit, ut audivi sæpe per plures hebdomadas altitudinem Solis meridianam observari non potuisse, aliqua praxis observandæ latitudinis, licet non usque adeo præcisa, aliquid commodi attulisset.

Nonnulli usi sunt ad hoc, hemisphærio nautico, ita dicto, eò quòd navigationibus dirigendis accommodatum videatur. Constat autem circulo horizontali, semimeridiano, semiæquatore, qui attolli aut deprimi possit, variisque latitudinibus accommodari, arcus quidam parvus declinationes Solis præferens circumferentiam æquatoris percurrere potest.

Usus hemisphærii nautici facilis est, suspensum enim dirigitur acu magnetica secundùm lineam Nord & Sud, elevaturque aut deprimitur æquator donec radius solaris, per exiguum foramen transmissus incidat in gradum declinationis Solis, tunc æquator indicat latitudinem. Hoc tamen instrumentum nimis compositum est, expensasque requirit, quæ superent opes naucleronum communium.

In idem ferè recidit pars hemisphærii concavi, mihi ostensa non ita pridem à Domino Blauf Dieppensi, is ipse est qui horologia Azimutalia solet describere. Describsetat in segmento globi concavi æquatorem, & hinc inde viginti tres parallelos, seu circulos declinationum Solis. Hoc hemisphærii concavi segmentum in circulo horizontali ita collocat ut attolli, & deprimi possit secundum latitudinem regionis: ei item infigit stylum cujus extremitas centrum hemisphærii præcisè occupet.

Usus facilis est, nam æquilibratur horizon, & acu magnetica accommodatur lineæ meridianæ, tum attollitur, aut deprimitur hemisphærium donec umbra extremitatis styli, in circuli declinationis incidat. In tali situ instrumentum latitudinem indicabit. Videtur tamen non esse satis simplex, sed nimis intricatum: nec facilè parabile.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Decimus sextus modus observanda latitudinis, per horologium polare, aut meridianum.

Facilius parabitur planum, quam superficies sphærica, circulos ergo cœlestes in aliquo plano describamus omnibus latitudinibus facilè accommodabili. Planum æquinoctiale videretur satis aptum, sed circa æquinoctia cum obliquè illuminetur, vix illi paralleli inscribi possent.

Unus ex Patribus nostris non ita pridem redux ex Cayana insula horologio polari non inutiliter usus est.

Habeantur duo asseres uno pede cum dimidio, aut duobus pedibus longi, convenienterq; lati, qui ad angulos rectos cùjungantur, & super altero media pars horologii polaris, describatur nempe à meridie ad horam quartam vespertinã, altero asserculo vices styli obeunte, additâ tamen laminâ æreâ perforatâ. Horologium autem polare præter lineam æquinoctialem descriptos habeat hinc inde 23 parallelos, seu circulos declinationum, per singulos gradus. In secundo asserculo describatur quadrans circuli divisus in gradus, immò etiam in minuta, sed loco perpendiculi, addatur regula ærea, addito infra pondere gravi.

Methodus describendi talis horologii ex Gnomonica repetatur.

Usus facilis erit. Dirigatur hoc instrumentum, ita ut limbus eius inferior congruat cum linea Est & Ouest, pixidis nauticæ correctæ, sitque ita æquilibratus ut cum limbo maris congruat, inclinetur tamen totum planum, ita ut radius solaris per laminæ foramen trajectus, incidat in parallelum declinationis solis pro eo die, tunc regula pensilis insistet gradui latitudinis, eumque in quadrantis circumferentia indicabit.

Sed ulterius progrediamur, & aliquid adhuc simplicius proponamus. Habeatur asserculus duos pedes longus, & convenienter latus, in quo infiges stylum longum unum pedem cum dimidio, cujus extremitas erit lamina perforata, per pedem styli ducatur linea æquinoctialis, & hinc inde 23 circuli declinationum per singulos scilicet gradus. Describatur in eodem plano magnus quadrans circuli, in gradus, & in minuta divisus, in cujus centro regula ærea pensilis, & pondere gravis af-

figatur. Inſcribentur item in hoc plano lineæ horariæ à quinta matutina uſque ad decimam, quæ horæ mutatis characteribus, utiles erunt à ſecunda pomeridiana ad ſeptimam.

Uſus talis erit. Hoc planum verticaliter teneatur ſupra lineam Nord & Sud pixidis nauticæ correctæ: tum ita limbus ejus ſuperior attollatur verſus polum, ut radius ſolaris per laminæ foramen trajectus incidat in parallelum declinationis ſolaris pro eo die, quem nempe tabula declinationum exhibet, tegulâ æreâ in circumferentia quadrantis.

PROPOSITIO XXXI.

Problema.

Decimus ſeptimus modus obſervandæ latitudinis per Aſtrolabium.

Deſcribatur in charta, aut in plano quocumque magnus ſemicirculus cujus ſemidiameter ſit unius pedis cum dimidio, aut etiam duorum, ejuſque circumferentia in gradus diviſa, ducantur lineæ parallelæ diametro ſemicirculi, hæ repræſentabunt circulos almicantarath, ſeu elevationum ſolis.

Ducantur itèm ex ſingulis gradibus lineæ occultæ ad diametrum perpendiculares quæ ipſam in gradus dividant, & per ſingulos ſaltem quinos, deſcribantur quadrantes Ellypſeon, quæ repreſentabunt circulos verticales. Hæc deſcriptio habetur in tractatu aſtrolabiorum.

Obſerva duas ejuſdem ſyderis notæ declinationis elevationes, ambas antemeridianas aut ambas pomeridianas, ſitque tempus inter utramque interjectum duarum circiter horarum. Obſerva item gradum pixidis nauticæ cui aſtrum reſpondet in ſingulis obſervationibus, numera in ſemicirculo primam elevationem verbi gratiâ quindecim graduum, decima quinta linea diametro parallela, erit ea in qua erat aſtrum tempore primæ obſervationis. Supponamus tunc reſpondere 20 verticali, numeratis à puncto veri ortus 20 gradibus in diametro, incipiendo à centro, punctum in quo quadrans Ellypſis per hunc gradum tranſiens interſecat circulum almicantarath eſt locus aſtri pro tunc. Eodem modo invenies locum aſtri tempore ſecundæ obſervationis. Hæc duo puncta conjunge lineâ rectâ, quæ erit parallelus aſtri, qui ſi benè operatus es diſtabit à centro, prout exigit declinatio ſolis. Nempe ſume ſinum arcus declinationis aſtri, & eo intervallo deſcribe circulum, hunc tangere debet parallelus aſtri. Si verò non tangit, promove locum ſolis in utroque almicantarath æqualiter, & hoc toties, donec parallelus aſtri circellum deſcriptum attingat. Linea per centrum ducta huic parallelo aſtri æquidiſtans erit æquator, cujus in circumferentia circuli, notabitur diſtantia à vertice.

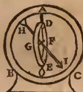
Secundò pixis tantum declinat quantum promota ſunt loca ſolis in ſuis almicantarath, ſed praxis hæc melius docebit.

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Decimus octavus modus obſervandæ latitudinis acu magnetica.

Hanc praxin animi tantum gratia propono, non quod inde aliquid certi concludere liceat.



Fiat acus chalybea 6 digitis longa, duobuſque cardinibus F & G exactè ſuſpēſa, quæ ſtet in æquilibrio antequam magneticè excitetur, ubi magnetem tetigerit extremitas quæ ad boream vergit, in toto hemiſphærio boreali, deorſum inclinabitur, oſtendetque in quadrante in ſuos gradus diviſo, quantitatem inclinationis ſoæ, ſi tamen planum BHI cum meridiano congruat.

Hic angulus inclinationis non eſt æqualis elevationi poli, ex eo tamen liceret eam concludere, ſi hujus inclinationis certa regula aſſignaretur.

Gilbertus Londini cujus latitudo eſt grad. 50, invenit inclinationem magnetis gr. 71. 4.

Cabæus in latit. 45 inclinationem 54.

Kircherius Romæ in latit. 42, inclinationem 65. 50.

Melitæ in latit. 35. inclinationem 59. 15.

Experti ſunt Noſtri in navigatione Goana, inclinationem magnetis ſatis bene reſpondere experientiis Cabæi, in Auſtrali non item atque adeò crediderim tabulam Patris Cabæi exactiorem eſſe.

Tabula inclinationis magnetis.

Elevatio poli	Inclinatio ex Cabæo.		Inclinatio ex P. Grandami.		Inclinatio ex Theoria Kircheri.	
Gr.	Gr.	min.	Gr.	mi.	Gr.	min.
0	0.	0	0.	0	0.	0
5	11.	0	21.	10	10.	51
10	20.	35	35.	0	20.	49
15	30.	25	44.	0	29.	51
20	37.	35	51.	0	38.	12
25	44.	55	56.	0	45.	43
30	51.	8	60.	0	52.	31
35	57.	20	63.	0	58.	39
40	62.	45	66.	0	64.	10
45	67.	5	69.	0	69.	6
50	71.	40	72.	0	73.	28
55	76.	0	74.	30	77.	17
60	78.	30	77.	0	80.	34
65	81.	30	79.	30	83.	20
70	84.	0	82.	0	85.	38
75	86.	30	84.	0	87.	23
80	88.	5	86.	0	88.	42
85	89.	0	88.	0	89.	34

Ad conſtruendam tabulam exactiſſimam opus eſſet pluribus experientiis & obſervationibus, in pluribus ſcilicet locis. Poteſt item conſtitui magnes ſphæricus in medio alicujus menſæ, deſcriptoque circa illum magno circulo transferri quadrans circuli ad diverſos hujus circuli gradus. Propono tres tabulas valdè diverſas, quæ ſatis evincunt nihil certi in hac materia hactenus conſtitutum eſſe vitio obſervationum; Cum enim acus rubiginem contrahunt alteratur earum æquilibrium. Hæc tamen praxis ſi exacta foret multum navigationem promoveret.

PROPOSITIO XXXIII.

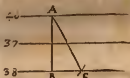
Problema.

Correctio æſtimationis in ſimplici curſu.

Ea quæ hactenus circa latitudinem obſervandam tradidimus, eo tantum fine prolata ſunt, ut æſtimationem noſtram corrigeremus, ſi fortè ut plerumque accidit erraremus. Problemata enim Libris præcedentibus propoſita, docent quidem modum determinandi loci, ad quem pervenit navis; quia tamen principia quibus innituntur praxes noſtræ non ſunt infallibilia, nempe æſtimatio itineris in qua proclive eſt errare, & Rombus qui alius eſſe poteſt, ac qui à pixide nautica indicatur, tam propter declinationem magnetis, quam propter æſtuaria, & currentes, ſola reſtat latitudo, quæ errores noſtros detegat. Hæc correctio facilior eſt in ſimplici curſu, quam in compoſito.

Quare quid agendum ſit in hac propoſitione aperio quando latitudo obſervata, diſcrepat ab æſtimata, ſeu ab ea, quam vi æſtimationis, & rombi nos adeptos credidimus.

1 Regula. Si navigatio fuit per Nord, aut Sud, & obſervatio latitudinis diverſum exhibet parallelum ab æſtimato. Transferendus eſt locus ad quem pervenit navis in parallelum obſervatum, ſervato eodem meridiano. Verbi gratia profecta navis ex puncto A parallelo 40, proceſſerit per Sud, æſtimatio erat milliariorum 145, ſeu gr. 2, & min 25, & nihilominus facta obſervatione, deprehendo tantum latitudinem graduum 38. relicta æſtimatione mea punctum transfero in parallelum 38, & in eodem meridiano.



2. Regula. Si in navigatione Nord & Sud, obſervatur minor mutatio latitudinis, quam ferat iter decurſum, latet error in rumbo, non ab æſtuariis ut cenſuit Snellius, quia error ex currentibus iter decurſum non ita auget, ut appareat, ſed ex non obſervata declinatione magnetis. Quare ſi ab aliquibus circunſtantiis innoteſceret in quam partem declinaverit pixis, habenda eſſet ratio itineris confecti, quod intra cuſpides circini aſſumptum, deſcribendus eſſet eo intervallo arcus, ex puncto A ut centro qui ſecet parallelum obſervatum, pun-

ctum interfectionis esset locus quæsitus. Posset haberi idem punctum per supputationes arithmeticas aut quadratum reductionis. Si verò judicare non possit in quam partem declinaverit pixis, punctum in eodem meridiano collocetur.

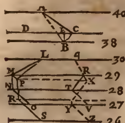
3. Regula. In navigatione Est & Oüest, si observatio latitudinis eundem parallelum exhibet, nullus datur correctioni locus, atque adeo si ab æstuario majorem aut minorem celeritatem habuerit navis, dignosci non poterit. Ita navis quæ insulam Sanctæ Helenæ in sexto parallelo Australi ex America petebat, post multorum dierum navigationem apparenter prosperam regressa esse deprehensa est. Ideoque dum aliquid simile timetur peritiores nautæ alium potius rumbum seligunt, ut ex mutatione latitudinis errores suos detegant.

4 Regula. In navigatione Est & Oüest, observatio latitudinis ostēdit alium parallelum. Servanda est itineris quantitas æstimata, & ea milliaria reducere in gradus longitudinis, secundum mutationem latitudinis. Ut si navis profecta sit ex puncto A per parallelum AB, si observatio indicat parallelum DC, servata eadem itineris quantitate, ita ut AB æqualis sit AC, punctum constituetur in C.



5. Regula. Si navigatum fuerit per rumbum inclinatum, latitudo observata differt ab æstimata, fuit error aut in æstimatione itineris, aut in rumbo. Si certior es de quantitate itineris, quam de rumbo, eò quòd declinationem magnetis non observasti, retinenda est itineris quantitas, & motandus rumbus.

Solvat navis ex A in 40 parallelo, feraturque per rumbum AC 200 milliaria, ita ut secundum æstimationem deberet esse in puncto C paralleli gr. 37. & min. 49. Sed observata latitudine inveniuntur gradus 38, retineantur eadem milliaria. Hoc est si milliaria iotra cuspides circini assumpta transferas in AB; hoc est describas ex puncto A ut centro, eo intervallo, qui secet parallelo observatum gr. 38. in B, erit B locus navigii.



E contra si certior es de rumbo, quàm de quantitate itineris, retinendus est rumbus, & motanda itineris quantitas. Ut si navigatio esset per rumbum AB, æstimatio addicit parallelum DC, & observatio parallelum 38. Producatur rumbus donec secet parallelum 38.

Denique si æquè dubius est Rumbus, ac quantitas itineris, media via ineunda est. Verbi gratia si navigatio instituta est per AB, ita æstimatio exhibeat punctum B, sed observatio & parallelum DC, potest retenta eadem longitudine transferri punctum in E, vel etiam inter E & C.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Correctio cursûs compositi.

Vide figuram præcedentem.

Cursum compositum eum vocamus, quo per plures rumbos ante ullam correctionem navigamus. Cogimur autem pluribus rombis insistere, quoties promontorium superandum est, quoties venti sunt contrarii. Notandum autem est omnes rombos boreales in hemisphærio boreali augere latitudinem, Australes minuere, Est augere longitudinem, Oüest eandem minuere.

1. Regula in cursu composito, ex diversis rumbis quorum aliqui ad Austrum alii ad boream ferunt. Si latitudo observata differt ab æstimata, retenta eadem longitudine, transfertur punctum in parallelum latitudinis observatæ. Ut si profectus ex puncto Q æstimes te esse in V in latitudine graduum 27, & observatio inveniat tantum 26, punctum constituatur in Z, retenta eadem longitudine.

2. Regula. Si omnes rumbi in eandem partem ferant, hoc est si omnes boreales sint, aut omnes australes, possunt omnes corrigi distribuendo singulis differentiam quæ est inter observatam & æstimatam latitudinem. Solvat verbi gratia navis ex puncto L trigesimi paralleli per rumbos L M, M N, NO, sitque punctum æstimatum in O paralleli 27, & observata latitodo fuerit 27, differentia est unius gradus, quæ dividenda erit singulis, prout æstimatam in singulis variatione latitudinis. Mutatio latitudinis æstimata erat trium graduum, invenitur tamen 4; quare si in primo rumbo æstimatio latitudinem uno gradu variabat, debebit correctio inferre in primo cursu unum gradum cum 20 minotis, & retento eodem itinere moto rumbum, & constituo punctum P. Idem præsto in reliquis, supposito quod quantitas itineris sit certior rumbo.

Denique si rumbi certiores essent itinere, retentis iisdem rumbis iter augendum esset, ut si quis profectus esset ex puncto q, produceret primum cursus usque in X, & hoc secundum proportionem æstimati itineris in singulis.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Quanti momenti foret observatio longitudinis.

Ad summum apicem evecta esset ars navigandi, si methodum certam haberemus observandæ longitudinis, aut meridiani ad quem devenimus, eodem modo ac latitudinem observamus. Nullam ferè

ferè itineris peracti, aut rumbi rationem habere-mus, aut saltem in tabulas referre non esset ne-cesse, saltem cursus nostros per fectè corrigeremus, certóque locum ad quem pervenisset navis in mappa exhiberemus. Conjungendo enim obser-vationes longitudinis, & latitudinis, hoc est cog-nita longitudine, & latitudine loci ad quem per-venimus, nullus esset amplius ambigendi locus. Supponamus enim me observasse latitudinem bo-realem graduum 30, certum est me versari in pa-rallelo trigesimo boreali. Supponamus observari posse longitudinem, seu quantum meridianus meus distet à primo, intersectio illius meridiani, & pa-ralleli erit locus qui quæritur.

Difficultas ex eo petitur quod cœlum ab ortu ad occasum spectatum illum habeat punctum fi-xum, quod sit quasi basis observationum, ut polus immobilitate sua, reddit latitudinem facilem ob-servatu. Atque illud post celebre problema cujus solutio tantopere à nautis expetitur, cui solvendo tot Mathematici his duobus sæculis incubuerunt. Tanti autem æstimatur hujus quæstionis solutio ut Hollandi præmium quinquaginta millia Franco-rum ei constituerint, qui problema solverit.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

Varii modi observandæ longitudinis.

Astronomi differentiam longitudinum, seu di-stantiam unius meridiani ab alio per Eclypses in-vestigant. Ut si duo Astronomi observent quâ horâ incipiat eclypsis Lunæ in duobus locis, ho-rarum differentia in gradus redacta exibebit di-stantiam meridianorum, ut si unus eam observet horâ primâ post mediam noctem, & alter horâ se-cundâ, meridianorum distantia erit unius horæ seu grad. 15.

Pariter si supputata fuerit Eclypsis pro uno me-ridiano, eamque observes in alio, differentia inter horam supputatam, & observatam in gradus & minuta dat distantiam meridianorum.

Hæc tamen methodus in ordine ad navigatio-nem est inutilis, primò quia rarò admodum acci-dunt Eclypses, secundò quia calculus noster astro-nomicus sufficientem non habet præcisionem.

Ita unus ex Patribus nostris longitudinem ali-quando observavit. Habebat Ephemerides in qui-bus habuit horam plenilunii pro aliquo meridia-no; Ponamus exempli causa pro meridiano Pari-siensi, certum est autem quod die Plenilunii Sole occidente Luna oritur. Cum ergo primum Sol horizontem subiit, cœpit numerare micationes ar-teriæ tribuendo singulis minutis octoginta, habuit ergo tempus interjectum inter Solis occasum, & ortum Lunæ, ponamus esse 6 minuta, nempe unum gradum cum dimidio, singulis autem horis fecit supra Solem dimidium gradum; igitur jam à tribus horis fuerat plenilunium. Poterat autem scire qua hora sol occideret; ponamus fuisse ho-ram septimam vespertinam, igitur fuerat plenilu-nium horâ quartâ pomeridianâ; ponamus fuisse notatum in Ephemeridibus pro hora octava ves-pertina. Igitur hora octava Parisiensis fuit quarta pro meridiano illius loci ad quem pervenerat na-vis, igitur erit meridianus ille occidentalior Pari-siensi quatuor horis. Accidit autem ut Pater ille defecerit à vero tantum uno gradu, nempe eun-dem ferè meridianum nactus est, quem ferebat æstimatio naucleri.

Secunda methodus Lunam etiam adhibet, nem-pe procedit per ejus recessum ab aliqua stella. Supponamus verbi gratia per calculum Astrono-micum me cognoscere Lunam per aliquem meri-dianum transeuntem decem gradibus ab stella de-terminata verbi gratia ab oculo Tauri recessisse, dum verò meum meridianum attingit invenio no-vem tantum graduum distantiam cum Luna sin-gulis diebus à stellis recedat per 13 gradus. Insti-tuo regulâ trium, & dico: Si 13 gradus dant 24 ho-ras, unus gradus dabit ferè duas horas; ergo me-ridianus in quo versor distat à meridiano versus ortum gradibus 30.

Hæc praxis speculativè loquendo posset legiti-ma videri, sed si observatio mea erraret uno gra-du, errorem inveheret 30 graduum. Cum ergo nulla observatio facta in mari haberi possit, quæ non saltem errori plurium minutorum sit obnoxia, huic methodo minus fidere possumus quam æstimatio-ni communi. Adde quod nulla hactenus hypo-thesis lunaris excogitata sit, quæ sit omnino præ-cisa. Esset præterea ratio habenda parallaxis, quæ cautiones superant captum naucleronum.

Vidimus Parisiis anno 1676. aliquem qui pu-taret se problema longitudinum solvisse. Utebatur autem duarum stellarum, & Lunæ altitudine si-multanea; quia tamen suam methodum non ape-ruit, nec ausus est eam examini subjicere, ideo eam ut illegitimam rejicio.

Satellites Jovis sunt quatuor parvæ stellæ, quæ assiduè circa hunc planetam circumvolvuntur. Prima intra 42 horas suam periodum absolvit, se-cunda intra tres dies, & tres horas, tertia intra 7 dies, quarta intra sexdecim dies & horas 18. Hæ stellæ sæpe in hujus planetæ umbram incidunt, ita ut singulis ferè noctibus aliqua ex his stellis eclypsin patiatur. Si ergo earum motus ita esset ad calculos astronomicos revocatos, ut liceret hu-jusmodi eclypses prædicere, pro aliquo meridia-no, si in alio quovis meridiano observarentur, differentia horæ observatæ, & tabulatæ meridia-norum distantiam exhiberet.

Quia tamen nonnisi longiori telescopio hæ stel-lulæ videri possunt, hic modus navigationi accom-modatus non censetur. Idem judicium esto de macula quæ aliquandiu in Jove apparuit, & quæ intra septem horas suam circulationem absol-vebat.

PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Observatio longitudinis per horologia.

Certum est quod si mensuram temporis exa-ctam haberemus, facilè propositum problema solveremus. Nonnulli clepsydram adhibendam censuerunt. Dudleus pleraſque praxes nauticas in horologio suo mercuriali constituit; vellet au-tem ut fluxus mercurii tempus metiretur, quod exemplo Ægyptiorum qui motus cœlestes præci-pue verò solis & stellarum, ascensiones rectas cle-psydris determinabant, cum meridianum attinge-rent. Prius frustra usurparat Tycho brache, sed præter expensas non modicas, æquabilis fluxus in

in mercurio requireretur, nullique mutationi obnoxius.

Alii Arenarium 24 horarum ad id accommodatum esse censuerunt, si præcisum foret, illud enim saltem semel singulis diebus longitudinem exhiberet.

Horologia automata pendulis instructa adhuc aptiora sunt, si ad eam præcisionem adducerentur quæ sperabatur. Quibuscumque tamen cautionibus adhibitis, nempe vel conjungendo duo talia horologia, ita ut eorum pendula filo connectantur, vel addita Cycloide, quæ majores vibrationes decurret, & minoribus adæquet, semper aliqua notatur inæqualitas, orta nempe ex varia aëris temperie. Ita pendulum ad Cayanam in quarto latitudinis borealis gradu situm dictum diem quatuor minutis breviorem quam Parisiis efficit.

Nonnulli existimarunt pendula reddi inutilia in mari, ob navis agitationem, quæ eorum vibrationes interrumperet, propereaque aptius censuerunt horologium elaterio vice penduli instructum. Res tamen aliter se habet, possunt enim ita suspendi horologia, ut nihil à motu navigii patiantur. Affigitur enim tabulato superiori globus chalybeos lævigatus & oleo inunctus, quem segmentum sphæræ concavum paulò maius hemisphaerio complectitur. Huic autem segmento capsa longior horologii & ponderum capax & pondere centum librarum ima parte gravis annectitur.

Usus autem hujus penduli talis est. Supposita ejus duratione præcisa, ita ut ab uno meridie, ad alium meridiem 24 horas decurrat, aut saltem ejus duratio nota sit, antequam è portu solvamus horæ solari insistat, ita ut supposita ejus præcisione, & quod à mari agitatione nihil omnino patiatur semper horam indicabit, accommodatam meridiano illius loci è quo solvimus. Quando ergo longitudo erit cognoscenda, observetur quæcumque altitudo solis antemeridiana, & eodem tempore quænam hora à pendulo indicetur, ponamus indicari horam primam pomeridianam. Observa pluries solis elevationem, donec aliqua occurrat antemeridianæ æqualis, & eodem tempore notetur hora ab horologio indicata, quæ sit quarta vespertina. Divide bifariam intervallum inter horam primam & horam quartam vespertinam, habebisque horam secundam cum dimidia; quare concludes esse meridiem eo in loco, in quo versaris, dum est hora secunda cum dimidia in meridiano è quo profectus est. Duæ autem horæ cum dimidia efficiunt gradus 37 cum dimidio. Quare meridianus tuus distat totidem gradibus à meridiano profectionis.

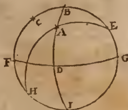
Idem præstare potes dum sol oritur, & occidit, si tamen dies longior fuerit, ratio esset habenda itineris confecti, ad Orientem, aut ad Occidentem.

PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

Data altitudine solis; ejus declinatione & latitudine regionis, invenire horam.

Hæc propositio utilis est ad inveniendam longitudinem, utendo arenario horarum 24. Cum igitur horologium fluxerit, sciam horam pro meridiano è quo solvi, restat cognoscendæ hora pro eo meridiano in quo versor, nec horologia sciotерica immo nec Astrolabia satis exacta videntur, quare videtur trigonometricè procedendum esse. Suppono autem dari latitudinem loci ad quem pervenimus, dari item ex tabulis declinationem solis, & observari altitudinem solis; ex his tribus horam eliciemus.



Demonstratio. Sit BE meridianus, B Zenith; E polus; AD altitudo solis observata, AB ejus complementum, BE complementum elevationis poli datum; AE distantia solis à polo, seu complementum ejus declinationis. Quare in triangulo ABE cognoscuntur, quare per praxes trigonometricas cognoscetur angulus AEB, seu distantia solis à meridiano.

De nocte potest hæc praxis indicate circulum horarium in quo stella invenitur, & addendo, aut subtrahendo ejus ascensionem rectam ab ascensione recta solis, invenies horam solarem.

PROPOSITIO XXXIX.

Thorema.

Aliqua notationes circa horas.

Quamvis haberemus arenarium præcisè 24 horarum, vel automatum pendulo instructum, essent tamen circa horas nonnullæ cautiones adhibendæ. Hæc enim horologia dies naturales æquales efficerent, cum revera æquales non sint. Cum enim sol motu proprio ad Orientem singulis horis recedat, dies naturalis 24 horarum continet unam revolutionem cœlestem, & partem æquatoris respondentem illi arcui quem sol eo die in Eclyptica decurrit.

Sol autem non movetur singulis diebus æqualiter, saltem respectu telluris. Eius item motus non est similiter ad meridianum inclinatus; quare hæ duæ irregularitates dies inæquales reddunt; atque adeo ab Astronomis dies & horæ mediæ, & dies apparentes distinguuntur: cum igitur motus omnes cœlestes ad regulã uniformẽ exigere debemus, tabulas Astronomicas medio motui affigimus. Igitur arenarium, aut pendulum, non ad horam communem, & apparentem loci profectionis accommodandum erit, sed ad horam mediam, pariterque hora apparens per observationem inventa ad mediam reducenda erit, quæ omnia ope tabulæ effici facilè possunt, iis tamen diutius non immoror, tabulamque, quasi inutilem missam facio, donec occurrant horologia magis præcisa.

DE

DE NAVIGATIONE LIBER SEPTIMUS.

Variæ praxes nautis perutiles, & de æstu maris.

Vt nihil omittam, quod ad navigationem ritè instituendam conferat, doceò in hoc libro methodum conficiendi diarii. Secundò, ichnographiam portus, littoris, & oræ maritimæ integræ describo. Tertiò, detego errores qui ab æstuariis tam regularibus, & periodicis quam à fortuitis oriuntur. Quartò, doctrinam æstus maris propono.

PROPOSITIO I.

Problema.

De Notis horariis.

Ut rectè instituatur navigatio, non debent naucleri suæ memoriæ fidere, ideoque non satis percipio quo pacto, is qui scribere nescit cursum navis dirigendum suscipiat; certum tamen est quod multi naucleri Massilienses nec scribere, nec legere sciunt, ex quo fit ut tam frequentia audiantur naufragia, errotesque fœdissimi. Certum igitur sit nauclerum quemlibet dum vices suas obit, debere multa notare, quæ deinde ad præcipuum nauclerum, aut ad navarchum referat.

Vidi usurpatum, in navi Anglica, in qua navigavi Constantinopoli Liburnum, ut tabula nigra in varia quadratula divisa prostaret, in qua nempe à nauclero in singulas horas, aut etiam semihoras, variæ navigationis circumstantiæ inscribebantur. Cum autem noa quælibet, & dies in tres vigilias dividantur, 6 hujusmodi tabulæ essent necessariæ, divisæ in octo columnas, in quibus infra scripta notari possent.

Semihoræ.	Milliaria.	Rumbus.	Valor rumbi.	Ventus.	Intensio venti.	Latitudo observata.	Declinatio pixidis.
1	3	N N E	N N E	S S O Posticus.	Mediocris.	45. 10.	4. 30 *Est.*
2	2 $\frac{1}{2}$	N N E	N $\frac{1}{4}$ N E	S.	Debilior.		
3	3 $\frac{1}{2}$	N $\frac{1}{4}$ N E	Idem.	S.	Intensus.		
	4	N $\frac{1}{4}$ N E	N.	S S E	Intensior.		

In prima columna notantur semihoræ. In secunda milliaria decursa. In tertia rumbus ad quem directa est prora, In quarta valor rumbi ratione habita æstus maris, declinationis, aut deviationis *derive* quando ventus est quadrantalis, aut bolineus. Existimavi autem hanc deviationem facilè observabilem esse, ex vestigio in superficie maris relicto.

Ex collatione harum notarum horariarum singulis saltem diebus determinatur locus navigii, præcipuusque nauclerus diarium componit, quod post reditum rei maritimæ Præfectis traditur, ut moris est apud multos, ea quibus deinde mappæ hydrographicæ coalescunt.

PROPOSITIO II.

Problema.

De diario.

In diarium referuntur ea ferè omnia, quæ in notis horariis habentur, nisi quod milliaria per eundem

eumdem rombum decursa in unam summam colligantur. Debet addi in fine locus ad quem pervenit navis, non tantum æstimatus; sed etiam per observationem latitudinis correctus. Nonnulli Arithmeticam supputationem apponunt, quod tamen minimè necessarium existimo, ut igitur melius in exemplo tota praxis innotescat.

IN NOMINE DEI.

Die 26. Ian. anni 1676.

Solvimus è Portu Dieppensi, ut Deo juvante navigationem instituerémus ad Insulas Americæ, in navi cui nomen Spes, pertinente ad Societarios Indiarum Occidentalium, cujus navis post Deum Navarchus est N. Locumteneus, N. Primus Naucletus. Deus nos conducat, Amen.

In vadosa maris ora anchoras jecimus ad 14 exapedas, ibique constitimus ad expectandum ventum propitium, operiendosque mercatores, & vectores, usque ad primam Februarii.

Venti.		*Rombi*	*milliaria.*
Est. Mediocris.	Illucescente die prima Februaria vela fecimus, proramque direximus ad O $\frac{1}{4}$ S, O, usque ad 10 horam sequentis diei. Hic rombus propter æstum & deviationem fuit O S O. Cum ventus esset Est, confecimusque secundum æstimationem milliaria 51, seu leucas 17.	O S O.	51
N O. Violentus.	2. Die cum ventus motatus fuisset hora 10 in Nurüest, ei cessimus, nosque in oram *De Hoc* nos recepimus, non longe à Gratiæ Portu *Havre de Grace*, propterea que proram direximus per S E, confecimusque 10 leucas, seu 30 milliaria, illueque pervenimus hora quinta vespertina, ubi usque ad 12 perstitimus.	S E.	30
Est. Bolin.	Die 12 Februaria hora 7 matutina, nos ad iter accinximus *appareillé* ex ora *de Hoc* ut iter nostrum prosequeremur, proramque direximus ad Noroüest, expandimusque Carchesiorum vela. Sed propter æstum & deviationem hic cursus verè fuit N O $\frac{1}{4}$ O, confecimus milliaria 36.	N O $\frac{1}{4}$ O.	36
violentus.	Eodem die vento eodem spirante proram direximus ad N O usque ad horam 11 vespertinam. Hic cursus fuit ONO, perfecimusque milliaria 45.	O N O.	45
N E. Debiles.	Ab undecima hora vespertina ad 7 matutinam diei sequentis 13 habuimus proram ad O N O, sed deviavit in O $\frac{1}{4}$ N O fecimusque milliaria 21.	O $\frac{1}{4}$ N O.	21
	Cum vidissemus duos Anglicos Mioparones, qui ad nos veniebant proram in contrarias partes direximus hoc est ad S E $\frac{1}{4}$ E admiatis irruptionibus *prenant des lancées* versus Est Sudest, ut nempe rombus	S E $\frac{1}{4}$ E.	15
Venti.	esset S $\frac{1}{4}$ E ut nempe nos sub arce Cherebou fecimusque milliaria 15 ibique constitimus usque ad horam 7 vespertinam.	*Rombus*	*milliar.*
Est. Validus.	Cum ventus esset vehementior quamvis esset Est per tenebras solvimus, proramque direximus ad Nord sed propter deviationem navigavimus per N N O usque ad horam quintam matutinam cum dimidia, die 14 deteximusque Angliam quæ à nobis distabat 3 milliaribus versus Nord, fecimusque 34 milliaria.	N N O.	34
	Die 14 à 5 & dimidia matutina eodem vento proram direximus ad OSO, usque ad meridiem diei sequentis, fecimusque milliaria 144, distabamusque à promontorio Lesard per S $\frac{1}{4}$ S E milliaribus 12, ea quo cursus meam navigationem incipio. Est autem promontorium Lesard in latitudine boreali grad. 50. & in 13 longitudinis, quare inquirendo locum navigii eodem modo ac si solvissem ea hoc promontorio, confecissemque 12 milliaria per S $\frac{1}{4}$ S E, versor in latit. boreali 49. 48, in longitudine graduum 13.	O S O. S $\frac{1}{4}$ S E.	144 12
Est. Plusquam medioeris.	A meridie diei decimæ quintæ ad meridiem sequentem proram habuimus ad SO omnibus velis expansis, processimusque propter deviationem per OSO. Fecimus 144 milliaria.	O S O.	144
Nord. medioer.	A meridie 16, diei ad sequentem meridiem 17, cum ventus esset Nord, proram direximus ad SO $\frac{1}{4}$ O, sed deviavimus per SO fecimusque milliaria 120.	S O.	120
	Observavimus latitudinem, invenimusque grad. 47. min. 50; quare collatis cursibus correctaque æstimatione per latitudinem, locum constituimus in latit. Nord 47. 50 in longit. grad. 8. min. 9.		
N N O. deb.lis.	A meridie diei 17 ad noctem proram direximus ad SO, fecimusque milliaris 30.	S O.	30
Oüest.	Vento Oüest spirante, eo ut bolineo usui sumus, dirigendo proram per S $\frac{1}{4}$ S O. Sed deviavimus per Sud, confecimus 51 milliaria.	Sud.	51
N O.	A media nocte usque ad meridiem diei 18 vento NO proram direximus per S S O sine deviatione, fecimusque milliaria 75.	S S O.	75
Lat.obs.45 Long.6.42	Latitudinem observavimus quæ fuit grad. 45, collatisque cursibus invenimus longitudinem gr. 6. min. 42.		
Est.	A meridie 18 ad meridiem 19 vento Est, proram direximus ad Oüest sine deviatione, decurrimusque milliaria 132.	O.	132

A meridie

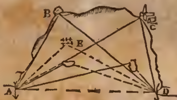
N E. B. Var. gr. 5.	A meridie 19, osque ad horam 6, matutinam diei sequentis cum ventus NE spitaret proram direximus ad O S O, deviavimus in SO$\frac{1}{4}$O, fecimus milliaria 105.	*Romb.* SO$\frac{1}{4}$O.	*milliaria.* 105
	Ab hora sexta ad meridiem 20, eodem vento proram direximus ad SO, fecimus milliaria 27. Observavimus latitudinem grad. 43, min. 55, & collata æstimatione longit. determinavimus grad. 1. min. 5.	SO.	27

Ita perfici potest diarium, notando alia quæ occurrent, præcipuè verò circa æstuaria, tempestates & ventos.

PROPOSITIO III.

Problema.

Methodus describendi alicujus littoris.



Solent diligentiores nautæ interea dum navis stat io anchoris, omnis circa regionis situm, in mappam referre; ex quibus particularibus descriptionibus generales componuntur mappæ. Sit ergo describendus situs portûs, aut sinûs ABCD, seligantur duo insigniora loca A & D, quantùm fieri potest dissita, ita tamen ut ab uno ad alium pateat prospectus. Incipiat à loco A, in quem se transferat, cum pixide nautica, cujus præcisam declinatiooem si fieri potest exploratam habeat, non tantùm ex relatione, sed etiam ex propriâ observatione.

Igitur in puncto A, collocet pixidem nauticam, diligenterque annotet in quos Rhombos cadant insigniora loca illius littoris, verbi gratiâ punctum B, cadit in Nord Nordest, punctum C, in Est Nordest insula, in alium Rhombum notaodum, transferatur pixis in punctum D, respiciantur que eadem loca, nempe punctum A, cadet in Oüest, punctum B, & syrtes E in Oüest Nord-Oüest, & ita de reliquis.

Tum in charta ponantur ad libitum puncta A & D, factoque in iis circulo seligantur in ejus circumferentia puncta superiùs notata, hoc modò quia puncta A & D, cadunt in Est Oüest ducatur linea AD, quæ respectu puncti A erit Est, respectu puncti D, erit Oüest. Ad habēdum in charta punctum B, ducatur per A, linea Nord Nord-Est AB. & quia punctum B, respectu loci D, cadit in Oüest Nordoüest, ducatur linea Oüest Nordoüest, quæ sit DB, ubi hæc secat lineam AB, collocandum erit punctum B, & ita de reliquis punctis Ut fiat scala apposita metire chordâ aliquâ vel quavis alia methodo, unam ex distantiis verbi gratia DC, inveniantur trecenti pedes, fiat linea illi æqualis divisa in trecentas partes, hæc erit scala pedum. In portubus præterea solent idem tidem profunditatem aquæ adhibitis cyphris, notare, item loca in quibus statio optima est.

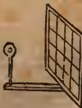
* Si talis littoris situs nulla adhibita declinationis ratione descriptus est, dum quis eum subire volet, nullam illius rationem habere debet. Pariter si mappæ compooantur quæ solos Rhumbos, & distantias habeant, sine ulla declinationis Magnetis ratione; dum navigandum erit nulla Magnetis ratio habenda erit; si tamen possibile est mappam hoc modò componere, quæ infinitis erroribus non scateat. Possumus etiam addere distantias ab æstimatione petitas, debet & notari elevatio poli.

PROPOSITIO IV.

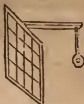
Problema.

Stenographia littorum, & montium.

In hac propositione aliud describendum suscipimus, ac in præcedenti. Volumus enim littus describere, eodem modo, ac si ejus tabellam exhiberemus. Hæc descriptio utilis est ad cognitionem loci, & sæpe necessaria ad subeundum portum; bonus enim Navarchus, ita littora perspecta habere debet, ut ex notis, & quasi characteribus illa



possit agnoscere. Volo igitur has notas, ut sunt rupes, sylvæ, ædificia in charta exarari, quod quidem visu duce præstandum est, ut montium circuitus qualis apparet notetur, in quo certa regula præfigi non potest.



Si res ageretur in loco stabili, possemus cancellos adhibere, quales figura exhibet, nempe ut per pinnulam respiciantur omnia loca prout apparent, ut referantur in quadratum cui respondere videntur. Hæc tamen praxis sicut ea psa speculo, & lentibus instructa, in mari locum non habet.

PROPOSITIO V.

Problema.

De errore cursûs navigii propter occultum maris fluxum.

Occultus sæpe maris fluxus naves à verò itinere, & per pixidem nauticam indicato abducit, & ad latera detorquet: hujus rei quam plurima sunt exempla. Novarchus ex Americâ ad Sanctæ Helenæ insulam iter intendens, plenis velis, sub eodem parallelo, cum ex itineris æstimatione insulam esse vicinam crederet, animadvertit ad puppim Americam. Alius prope Guineam, cum bis aut ter per mensem integrum navigasset, in idem Guineæ promontorium delapsus est, cui malo vix occurrere possumus, nisi ex aliorum infortunio cautiores fiamus, nempe ut ex eorum relationibus catalogum texamus locorum, in quibus frequentiores sunt hujusmodi fluxus.

Oceani pars circa Guineam à Promontorio Viridi, movetur versus curvaturam seu sinum ejusdem Africæ, quam vocant Fernando Poo. Hic motus vehemens est, & naves abducens ab occidente, in orientem: unde navis à littore Mourræ ad Rio de Benin duobus diebus navigat, à Rio de Benin ad littus Mourræ vix intra mensem navigabit, nisi altum mare petat, quod tamen difficile erit. Hic motus est ferè ad Sudest, vix superabilis cum valido vento Nordest. Hic motus unius gradus distantiam à littore occupat; Vitetur igitur littus.

Circa Sumatram mare fluit ab austro versus Septentrionem in sinum Bengalensem.

Idem motus deprehenditur inter Iavam, & terram Magellanicam.

Inter Insulam Madagascar, & Promontorium Bonæ Spei, & littora Africæ, inter hoc promontorium, & terram de Natal, hic motus fertur a Græco seu Nordesto ad Lebesch, seu Sudoëstum, & in multis à Nord ad Sud, secundùm littorum extensionem: quare navis quæ versaretur inter Madagascar, & Africam, posset sola maris motione, sine ullis ventis ad Promontorium Bonæ Spei navigare, qui motus deprehenditur in medio Oceano.

In Mari Pacifico ad littora Peruviana mare movetur ab Austro ad boream, ob ventum australem ibi regnantem. In mari à littoribus remoto, non deprehenditur.

In mari Americano à promontorio S Aug. Brasiliæ ad Insulas Antillas estque fere ab Austro ad Septentrionem.

In ostio freti Maniliensis ad Philippinas similis motus deprehenditur, & in Japone à portu Xibutia versus Arimam, qui motus est incitatissimus.

In freto Le Maire fertur Oceanus ab Occidente in Orientem, mare quod inter tropicos positum est, movetur ab Oriente in Occidentem, hic motus maximè se ostendit inter Indiam Orientalem, & Insulam Madagascar, & inter eandem Indiam Orientalem, & Africam.

Secundò in Oceano Pacifico, inter novam Hispaniam, & Sinam, & Moluccas.

Item in Oceano inter Africam & Brasiliam.

In freto Magellanico concitatissimus est motus ab Oriente in occasum per canales inter Maldivas, quamvis dicatur motus ille mutari per 6 menses: ita refert Pirart Gallus, qui in iis insulis naufragium passus, egit per aliquot annos.

In sinum Mexicanum influit mare, magno impetu, præcipuè inter Cubam & Iucatan.

In sinu Pariæ qui dicitur Os draconis vehementissimus est influxus.

Sentitur etiam hic motus prope terram Canadensem.

In mari mediterraneo fluxus ordinarij sunt isti. Oceanus in Mediterraneum influit, legendo littus Barbariæ, ita ut in toto illo tractu mare feratur pene ad Orientem, secundum littorum extensionem post Tunetanum sinum, seu promontorium Bonum descendit in sinum Sidræ, scilicet versus insulam Gerbe, exinde ad Tripolin Barbariæ. Ubi Sidræ sinum subiit rursus ascendit, tum ad Ægyptum fertur: reflectitur deinde ad Septentrionem secundum Syriæ littora, vehementiusque currit, dum Nilus exundat. Inter Cyprum & Caramaniam ad Occidentem incedit, in toto Archipelago non sentitur, nisi ad Hellesponti fauces, currit enim mare ad meridiem sicut, & in Bosphoro. Inter Siciliam & Calabriam, secundum littus Calabriæ fertur mare ad Septentrionem, in Italiæ oris fluxus ad Occidentem tendit, sicut & ad Provinciæ & Hispaniæ littora.

Hunc fluxum Tunni Pisces sequuntur, ex quo fit ut prius ad Barbariæ littora appellant, quam ad Italiæ oras, sintque pinguiores, quos in Sardinico mari piscantur, quam in littore Gallico. In toto tractu inter Sardiniam & Siciliam mare ad meridiem fluit, inter Melitam & Siciliam pariter ad Austrum defertur.

Hi fluxus naves à recto tramite abducunt, remedium est, ut alius seligatur Rhombus in pixide nautica, quam is quem mappa exhibet.

Ita qui ex Cypro, Alexandriam navigant ad sinistram per quartam venti, seu undecim gradibus cum dimidio deflectunt, & exundante Nilo fere duabus quartis, pariter ex Cypro ad Tripolin Syriæ, aut aliquem locum Syriæ, dexteram petat, si enim semel ad sinistram exciderit, difficillimè restituetur.

Ex Cypro Insula ad Sataliam, dexteram teneat, in reditu contrarium observet, qui ex Sardinia, Drepanum navigat sinistram teneat. Qui ex Galita

sita ad Tabarquam iter facit dexteram affectet.

In sinu quem vocant Leonis, id est ad littora Catalauniæ post magistralem, & boream diuturnum, si Lybicus incipiat aquæ magno impetu ad littora feruntur, forsan ut exhaustos lacus repleant: unde abducuntur naves, & sæpe ad littora impingunt.

Periculosus est ille sinus, eo quod profundus non sit, ventique boreales per Rhodani ostia: ubi nulli montes, quasi per exiguum tramitem magno impetu ferantur.

Celebris est Euripus inter Peloponesum,& Euboeam.

Sed hic periodicus esse videtur.

Notandum item est, quoties ventus diuturnus in unam partem spirat, ponamus ad Orientem, fluere mare versus littora ad Occidentem. Ratio est quod cum ventus continuò aquas propellat in plagam Orientalem, ubi illæ ascenderint supra superficiem consuetam, necessariò defluere debent, & cum refluere non possint in medio mari, eò quòd à vento propellantur secundùm littora, in quibus ventorum impetus minor est, regrediuntur. Hoc satis experiuntur minores lembi.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

De fluxu Periodico.

Præter motus maris generales, & constantes, necessarium etiam existimavi recensere motus maris periodicos, qui ut plurimum ab anniversariis ventis oriuntur.

Inconstantissimus omnium Euripus ille est qui inter Negrepontum, & Moream positus est, qui aliquot horis in unam, & aliquot in contrariam fertur, in quem se præcipitem dedisse ferunt Aristotelem.

Secundus inter Calabriam & Siciliam, valde irregularis inter Sardiniam & Corsicam.

Ad Insulam Javam in freto Calappa mense Maio fluit mare versus Orientem.

Inter Insulam Celebes, & Madúram in Decembri, Januario, Februario mare fluit ad Sudest.

Ad Insulam Ceilam à medio Martio ad Octobrem fluit mare versùs Austrum, reliquis mensibus versùs boream, propter ventos diversos.

Inter Cocinum & Malacam ab Aprili ad Augustum fluit mare versùs Orientem, reliquo tempore versùs Occidentem.

In Maldivis post 15 Februarii; fluit mare versus Orientem, aliquot mensibus.

Ad littora Chinæ, & Camboyæ mensibus Oct. Nov. Dec. fluit mare versus Nordcúest, mense Ian. versus Sudoüest maximo impetu versus pulvinos de Champa.

Ad paulo Cato, usque ad Varella in littore Camboyæ, motus maris fit versus Austrum, sed venti in aliam plagam movent.

In littore sinus Bengalensis à Pataria ad Malacæ promontorium Mense Nov. & Dec. incitatus cursus maris est versus Austrum.

A China ad Malaccam mensibus Junio, Julio, Aug. vehemens est maris motus à Paulo Cato ad Paulo Cambir in littore Camboyæ.

De motibus maris generalibus.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

De fluxu maris à polis ad æquatorem.

Aristoteles probat mare moveri à Septentrione in Austrum, eò quòd Ponthus Euxinus in proportidem, hæc in Archipelagum influat. Hæc tamen ratio infirma est, nec ex ea quidquam concludere licet; flumina Tanais, Boristenes, & Danubius, quæ in Euxinum influunt hunc aquæ fluxum efficiunt, qui Constantinopoli fluvius videtur. Mare verò mediterraneum secundum littora Africæ, nempè Barbariæ, Barcæ, & Ægypti fertur ad Orientem, ad Septentrionem secundum oram Syriæ, ad occasum versùs Caramaniam, Italiam, Provinciam & Hispaniam.

Dico tamen Oceanum ferri à polis ad æquatorem, ita ut hic motus fiat sensibilis præcipuè in freto inter Angliam, & Galliam.

Notarunt item nonnulli navigationes quâ proceditur à Nord ad Sud versùs æquatorem cæteris paribus faciliores esse.

Declivitas alvei maris nihil ad hujusmodi fluxum conferre potest, ut malè suspicati sunt nonnulli, cum è contra mare ita profundum sit versùs polum, ut nulla bolide ejus profunditas possit explorari. Scio quidem nonnulla maria non esse profunda, ita Ponthus Euxinus tempestatibus redditur obnoxius, dicitur que propterea mare nigrum, quod cum profunditate careat, fluctus ad fundum illiduntur, quod etiam accidit in aliquibus fretis, ut in freto Leonis, *Golphe de Leon* ad oram Catalaunicam, & in freto Messanensi.

Secundò etiam si alveus maris declivis esset, mare tamen quiesceret ubi hæc cavitas plena esset.

Quare assero veram causam hujus æstus esse, quod cum sol verticaliter immineat Zonæ torridæ, multos vapores ex ea educat, qui non in eodem loco recidunt, sed potius versùs polos, ubi minor est calor, in nives, pluvias aliaque hujusmodi mutantur; quare ex polis accurrit aqua, ut locum vaporum occuper, illudque detrimentum reparet. Ex quo fit ut licet tot flumina in mare influant, non redundet tamen, quia sol tantam vaporum copiam educit, quantam flumina subministrant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De fluxu maris ab ortu ad occasum.

Prima quæstio quæ moveri potest, est an revera mare feratur ab ortu ad occasum. Certum est facilem esse navigationem à Lusitania ad Brasiliam, & faciliorem ad Mexicum, ubi enim navis prætergressa tropicum, Zonam torridam attigit, prora ad Est directa, ita fœliciter navigatur secundo æstu, & vento constante, ut non sit opus manum velis admovere. Idem contingit in mari pacifico, cum navigetur à Petuvia ad Molucas spatio trium mensium, reditus autem plusquam

 6 menses

6 menses requirat. Exempla item supra relata id facilè efficiunt. Cayana distat à Martinica solum 300 leueis, impossibile tamen est quis recta Martinica Cayanam eat, sed debet cursum reflectere ad boream, oram Africæ legat, conficiatque plusquam mile quingentas leucas; poterit tamen Cayana Martinicam directo cursu navigare.

Dico ergo quod si ventus Orientalis continuò spiret, necessariò aquæ in eandem partem ferentur, ita experimur quoties venti Australes spirant, mare Mediterraneum versus littora Europæ excurrere, Rhodani, Vari, Arni, & Tiberis fluxum cohibere.

Quæri exinde posset quare ventus Orientalis sit ferè continuus in Zona torrida. Nonnulli Copernicani asseruns motum telluris diurnum non posse ita facilè communicari aquæ, & aëri fluidis, ac partibus telluris solidis, atque ita hæc duo elementa tardius moveri, propterea videri ferri ad Occidentem. Afferuntque exemplũ plumæ, cui motus ita vehemens non potest imprimi ac globo cuicumque solido. Hoc tamen exemplum nihil efficit, cum pluma in aëre resistente movetur, aër verò & aqua non moveantur in aliquo medio. Secundò hic modus explicandi zonas temperatas non excluderet, pariterque ventum Orientalem in iis vigere ostenderet.

Dico igitur causam venti Orientalis in solem refundendam, qui cum vapores è mari eductos continuò attenuet, & impellat in partes occidentales adhuc in umbra positas, quam in partes orientales suo calore rarefacit.

Hic motus maris respondet aliquo modo motui solis diurno, qui cum ab æquatore modo in Austrum, modo in boream declinet, hic etiam maris fluxus, motui annuo affixus est, habetque suas periodos annuas.

Supponamus enim navigationem instituendam esse à Peruvia ad Moluccas, utendumque esse vento, & æstu orientali. Sole æquatorem percurrente æstus, & ventus ferè totam zonam torridam occupabit. Si verò sol tropicum cancri decurrat, hic aquæ fluxus ferè ad 36 latitudinis borealis gradum extendetur, deficietque multis gradibus à tropico capricorni. Cum verò oppositum tropicum decurret, qui boreales sunt, propius ad æquatorem accedere debeant, ut huic æstui se permittant.

Idem ferè notatur in mari Athlantico, nisi quod Africa quæ ferè tota in zona torrida sita est, impedit quominus hic fluxus ita ascendat versus boream. Ferè continuus est ad Brasiliam quando sol borealis est, aquam obliquè ad boream impellit, versus sinum mexicanum, quando autem Australis est, æstus fluit versus Austrum, secundum littora Americæ Australis. Idem æstus animadvertitur in mari Indico, nisi quod magis extẽdatur ad Austrũ, quam ad Boream. Ferè continuus est à 10 latitudinis Australis gradu ad 18, quando sol borealis est; magis accedit ad æquatorem, eumque transgreditur, quando verò percurrit signa Australia, ad 36 latitudinis Australis gradum protenditur.

PROPOSITIO IX.

Thorema.

De fluxu maris ab occasu ad ortum.

Assero præter recensitos motus, alium omnino oppositum admittendum esse, cum impossibile sit ut aqua zonæ torridæ continuò feratur ab ortu ad occasum, quin regrediatur, suamque circulationem absolvat, & in suum locum restituatur, alioquin deficeret omnino. Animadvertimus enim cum ventus orientalis diu spirat in mediterraneo mari, æstum & fluxum aquæ prope littora ea præcipuè quæ huic vento non sunt opposita, contrarium esse.

Hoc æstu periti naucleri renavigant ab occasu ad ortum, neque enim per zonam torridam regrediuntur, sed deflectunt ad boream, ita qui ex Philippinis Peruviam petunt, ad 36 aut etiam 40 latitudinis gradum ascendunt, ut ventum propitium habeant, atque adeo Californiam legunt, ubi & æstus, & venti ad orientem feruntur.

Pariter in regressu Mexicano, legenda est America septentrionalis ad 36 aut 40 latitudinis borealis gradum.

Hi fluxus aquæ qui ad retinendum æquilibrium fiunt, mutationes aliquas ut dixi secundum varium Solis motum patiuntur.

Secundum oram Peruvianam, Nicaraguam, & novam Hispaniam, hi communiter fluxus notantur. Primò quidem semper mare fluit à California ad Nicaraguam, at verò secundum oram Chilensem & Peruvianam mare fluit ad zud usque ad fluvium Tombes, & ab eo fluvio ad Nicaraguam fertur ab boream, sole signa borealia percurrente, & ad Zud cum idem Astrum est in signis australibus. Hi duo æstus non se invicem elidunt sed uniuntur, ut simul ad occidentem eant.

Duo pariter fluxus [illegible]iuntur versus Angola, & Congo, ut ad occidentem simul ferantur, unus quidem venit à septentrione, nempe ex Canariis, per Promontorium Album, & per promontorium Viride, fitque magis sensibile à Guinea, usque ad insulam Ferdinandi Poo, vel usque ad promontorium Lopis Consalvi. Quando verò sol Australis est excurrit ulterius ad 2 aut 3 gradus. Alter verò procedit ex promontorio Bonæ Spei usque ad Angola, quare qui ex Europa eunt Angolam, procedunt ad Austrum, usque ad insulam Martini Vas, tum procedentes nonnihil ad orientem, incurrunt ad hunc fluxum, quo feruntur ad Angolam.

Venti tamen terrestres hos æstus interrumpunt. Verbi gratia dum sol borealis est, Sudouest spirat in Guinea, cum verò est Australis venti terrestres frequentius spirant.

Fluxus particulares ab his universalibus dependent, ut in freto Gaditano fluxus legit oram Africæ, ferturque ad orientem per 17 horas, & per 7 aut octo refluit ad occidentem. E contra secundum oram Hispanicam per septemdecim horas fluit ad occidentem, & per 7 aut 8 ad orientem.

In freto Magellanico fluxus ad orientem fluit.

De Æstu maris.

PROPOSITIO X.

Theorema.

De natura æstûs maris.

Cum nauclerus æstus maris rationem habere debeat, ut portus nonnullos subeat, æquum esse duxi ut de æstus maris natura agerem.

Æstus maris est quædam maris intumescentia,

&

& detumescentia. Galilæus in hac definitione à nobis dissentit. Volt enim in solis littoribus aquas intumescere, in medio verò mari, æstum maris esse potius aliquem fluxum aquæ quo feratur ad ripas, aut ab iis recedat, sitque quasi aliqua maris vacillatio. Certum est autem in insulis longius à continenti dissitis intumescentiam modicam esse translationem & fluxum nullum notari.

In Mediterraneo mari non ubique notatur æstus, Venetiis est maximè sensibilis. In toto Ligustico mari, sicut & Massiliæ levis quædam intumescentia observatur quâ maris superficies ad aliquos tantum digitos assurgit.

In Peloponneso vix ulla apparet, nisi in Euripo, inter Peloponnesum & Euboeam maximus & inconstans fervet aquæ fluxus, qui an statas habeat vices ignoratur. Ad Tripolitanum sinum, ulteriusque ad Syrtem maximè sensibilis est æstus; in reliquo verò Mediterraneo mari exceptu fretu Gaditano nullus animadvertitur.

In oceano Athlantico, in Norvegia, Dania, Hollandia, Gallia, Anglia, Hispania, Lusitania, aqua intumescit, & qua patet aditus longissimè excurrit ut ad Fanum S. Michaëlis ia 60 pedes dicitur assurgere, in aliis locis communiter ad 15 aut 20 pedes. In littoribus Africæ æstus est paulò minor, ad fluvium nigrum paulò major. Ad sinum Mexicanum non pervenit. In Oceano Pacifico dicitur esse magnus; ad Panamam cum ad duas leucas excurrit. Ad Magellanicum fretum, aqua ad 60 pedes elevatur.

In Canadensi littore magnus est, ascenditque per fluviorum ostia ad multa milliaria, in fluvio Amazonum sub ipsa linea maximus est, ad Cayanam insulam mediocris est. In tractu vicino ita vehemens est, ut iotra breve tempus arbores superet. In India orientali magnus est & fluminum ostia ascendit ad sua milliaria. In littoribus non sinuosis, sed rectà oceanum respicientibus æstus vix octo pedes superat. Sinus verò qui in torrida oceanum lato ostio excipiunt, & in angustum coguot, ut ad Cambayam, & urbem Pegu æstus ad 40 pedes in perpendiculo habet.

Æstua maris periodicus est, suasque patitur vices diurnas, menstruas & annuas. Bis enim singulis diebus aquæ crescunt, & decrescunt, ita tamen ut singulis diebus per tres quadrantes retardetur. Hoc est communiter Luna circulum horæ sextæ occupante incipit intumescere mare, assurgitque semper donec hoc sydus meridianum occupet. Detumescit igitur descendente Luna, aut cum ad horizontem occiduum pervenerit rursus assurgit aqua. Quia autem Luna fertur ad ortum per 12 gradus à Sole ideo æstus in singulos dies minutis 48 tardius accidunt.

Secunda periodus est menstrua. Observatur enim in maris intumescentia aliqua irregularitas menstrua, nempe à novilunio ad quadraturam decrescunt æstus, ita ut octavo die aut nullus sit, aut modicus. Exinde ad plenilunium usque augentur, minuunturque rursus ad secundam, ex qua rursus ad plenilunium majores fiunt. Hæc periodus cum motu illuminationis conjuncta est, refellitque eas omnes opiniones, quæ simplici motui lunæ, nulla illuminationis habita ratione illum addicunt.

Tertia Periodus est annua. Observatum enim est æstus maris circa æquinoctia maximos esse cæteris paribus, circa verò solstitia minimos.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Varia circa causam æstus maris, minus probabiles opiniones rejiciuntur.

In hac propositione eas tantum rejiciam sententias quæ probabilitatem aut obtinent, sequentibus propositionibus, singulas expensurus quibus majus probabilitatis momentum inesse videtur.

Prima sit Leonardi Lessii sententia huic ministerio ciendi æstus intelligentiam deputantis. Nititur autem præcipuè paritate rationis, non enim ulla apparet potior ratio, cur planetis & singulis syderibus movendis intelligentiæ addicantur, quam admittatur angelus aquarum præses, qui æstum ciear, eumque ad motum lunæ attemperet, ut nempe homines ea signo illo sensibili præcaveant. Ego vero paritatem admitto, & quamvis non ubique vigeat hic effectus sed ex variis causis alteretur, impedit quominus valeat paritas. Addo quod sicut ad venti, pluviarum, nivis, grandinis, metallorum, plantarum productionem, ad motum projectorum, descensum gravium, accursum ferri ad magnetem, nullus intelligentiam advocat, ita neque ad æstum maris ciendum.

Secundò, cum angelus in duobus locis simul existere non possit, simul & semel in tam dissitis orbis partibus, in elemento liquido motum producere non posset.

Huic rationi ut responderet quidam, centrũ telluris, circa centrũ universi in parvu circello statuit. Cum igitur omnia gravia se accommodare debeant centro universi, sphæricamque figuram circa illud induere, ideo altius nonnunquam ex una parte, prout hæc superficies vicinior aut remotior centro universi fuerit, atque ita onus idemque angelus omnes æstus producet. Sed contra quia quantum experientiis constat omnia gravia feruntur ad centrum terræ: quòd verò ad centrum universi quod nihil est, nisi per imaginationem tendant, vix puto in bona philosophia admittendum. Secundò, non datur ratio menstruæ, & annuæ periodi.

Huic opinioni affinis est alia, quæ vellet tellurem secundum axem, hinc inde currere, paritereque propter variam à centro universi distantiam æstum maris produci. Sed contra primò, quia si fiat figura videbitur nullus esse æstus in zona torrida, cum tamen in fluvio Amazonum, & alibi passim observetur. Secundò in omnibus meridianis eodem tempore accideret, quod est contra experientiam, cum sequatur lunam. Tertiò, æstus maris per motum localem fieri non potest, sic enim aquæ unius hemisphærii in aliud transire deberent, quod plures menses requireret.

Secunda sententia Platoni tribuitur, in quam abiisse videtur Keplerus, nempe tellurem esse velut aliquod magnum animal, cujus latera respiratione distendantur, & expiratione detumescant. Sed nec tellurem esse animal ab ullo viro cordato damittitur, nec in æstibus notatũ ab ullo fuit fundum maris attolli, nec sicut unica est animalis respiratio, æstus simul tempore ubique accidit, sed subsidit aqua in uno loco, dum in alio attollitur.

Tertia opinio maturam aquæ tanquam causam hujus effectus agnoscit, eodem prorsus modo quo humor biliosus, ut si computrescat tertianam fe-

brim generet, & altero quoque die exæstuet, si melancholicus quartanam, ita etiam fit natura aquæ ut bis in die commoveatur. Hoc tamen si universaliter de omni aqua intelligatur, falsum est, cũ aqua lacuum & mediterraneum mare non moveatur. Secundò connexio æstus cum motibus lunæ aliquid aliud indicat præter aquæ naturam.

Saraceni & Arabes aquam amore unitatis confluere ad littora, ut cum alia aqua, à qua nempe interjectis continentibus separatur, conjungatur, eò modò quo ferrum ad magnetem accurrit. Sed præterquam quod hi modi explicandorum effectuum per solam causam finalem, non satisfaciũ; est maxima disparitas, nam magnes aliquid per medium diffundit, secundò aqua semel assurgens, ut cum alia uniatur, recedere non deberet, eo modo quo ferrum, semel magneti admotum non recedit.

Quarta sententia est Rugerii Bachonis existimantis æstum maris esse ebullitionem à lumine lunæ procreatam. Si tamen simpliciter & sine addito intelligatur, facilè refellitur. Quia licèt nonnulla corpora facilius levi calore & moderato intumescant, ut mustum, pinguia omnia, cera, pix, Carrabis &c. aqua tamen non ebullit nisi vehementius incalescat. Secundò si vi caloris æstus producatur, potius solis quam lunæ motum sequeretur, nullusque esset luna infra horizontem delitescente. Tertiò in zona torrida major esset æstus.

PROPOSITIO XII.

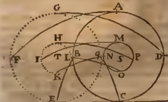
Theorema.

Andreæ Cisalpini motui telluris, æstum maris tribuentis, à Galilæo sententia explicata, demonstrativè refellitur.

Hæc sententia vulgò Galilæo tribuitur, quamvis referente Fromondo sit Andreæ Cisalpini.

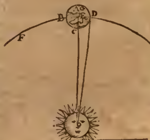
Supponitur ergo motus telluris duplex, annuus quo singulis annis eius centrum magnum orbem semel decurrit, & diurnus quo semel intra 24 horas eius superficies, circa axem circumvolvitur. Motus autem eius realis ex utroque compositus, variè intricatus est; illius tamen ideam aliquam in rotis curruum, quatum nempe centrum circulum describit tellari concentricum; partes verò circumferentiæ respectu centri, ultrò citróque commeant, illudque nonnunquam antecedunt, aliquando retardantur. Ex quibus concluditur partes circumferentiæ in semicirculo superiori motum habere, motu centri celeriorem, in inferiori tardiorem.

Figura hujus motus irregularitatem oculis subjicit. Sit rota ABCD innixa pavimento CE. Sit



linea CE æqualis quadranti circuli, intelligaturque tota circumvolvi, ita ut non tangat amplius planum in puncto C, sed in puncto E. Consideretur motus nonnullarum partium. Punctum A translatum fuerit in F, eritque motus eius realis curva AF, punctum B in E, punctum C decurret lineam Cq, punctum D, lineam DG, quod si ulterius divideremus, majorem inæqualitatem deprehenderemus, ita ut punctum infimum vix moveatur, supremum autem majori velocitate feratur.

Unum tamen majoris momenti notari velim, non esse eandem rationem circulorum minorum, nec tantam in eorum motum irregularitatem invehi. Ut circuli MNOP partes plus habent de motu recto, & minus de circulari, punctum enim O transfertur in L; P in H, M in I; N in K.



Supposita igitur telluris à Sole distantia, qualem ponit P. Ricciolius, nempe septem millium semidiametrorum telluris, parallaxis horizontalis COD est seminimuti, tellusque ex Sole spectabitur sub angulo integri minuti, ejus tamen centrum percurrit integrum gradum, hoc est diameter telluris BD est tantum sexagesima pars spatii à centro ejus decursi.

Supponit item Galilæus in motu aliquid esse permanens, nempe impetum, ita ut dum corpus aliquod totale motum sistitur, partes quæ separari possunt vim impetus acquisiti motum suum continuent. Ita si navicula semiplena aqua magna celeritate mota derepente sistatur, aqua ad proram procurret & sæpe, ita ut ex navicula exeat. Si ergo tractus maris notabilis ab Oriente in Occidentem protensus, per modum vasis consideretur, cujus verus motus ex annuo, & diurno compositus acceleratus sit, & retardatus, aliquam aquæ fluctuationem producet. Tota vis argumenti in collatione motûs telluris, cum motu naviculæ positus est. Dubito tamen an motus violentus, cum tantu naturali benè comparetur. Cum enim uterque telluris motus æqualiter, & partibus ejus solidis, aquæ, & athmosphæræ naturalis sit, motus inde resultans æqualiter in omnibus accelerabitur, & retardabitur. Secundò dubito an aliqua animadverteretur fluctuatio in navicula, si sensim tantum ejus motus minueretur, & non derepentè, & per successiones. Nam communiter omnes assumunt tanquam principium, & ipse Galilæus non refragatur, motus particulares, & respectivos eodem modo perfici in navi decurrente, ac in loco firmo, & stabili perficiuntur. Si ergo vas plenum aquæ, in navi positum magnum circulum describeret, nullam in eo agitationem animadverteremus, etiamsi

motus

motus ejus realis, ex motu ejus circulari, & navis motu recto compositus acceleretur, & retardetur.

Prima demonstratio. Si duplex telluris motus, æstum maris produceret per accelerationem, & retardationem; ergo cum foret eadem retardatio, aut acceleratio, idem sequeretur æstus maris, sed eadem hora Astronomica est eadem semper est acceleratio, sed maxima acceleratio est semper media nocte, maxima retardatio meridie, atque ita si esset æstus alicubi hora meridiana, deberet semper accidere eadem hora. Ubi enim eadem est causa, ibi etiam est idem effectus. Quod si dicas longitudinem maris posse retardare, jam periodus illa sumenda erit penes longitudinem maris, quæ cum sit varia in diversis locis, periodus æstus varia erit, nec ullo modo connexa cum luna. Afferri posset aliqua ratio æstus maris in ea opinione quæ vult lunam immobilem & tellurem circa eam moveri, nulla tamen ratio afferretur cur nullus sit æstus in quadraturis.

2 Demonstratio. Si æstus maris esset tantùm fluctuatio orta ex retardatione, & acceleratione motus, in Athlantico mari, non posset mare ferri versus littora orientalia, & occidentalia sed alternatim; sed dum luna oritur, æstus fertur ad littora Galliæ usque dum ad meridiem perveniat, nempe circiter per 6 horas. Pariter dum post tres horas luna oritur apud Canadenses intumescit mare, & fertur ad occidentem; ergo simul intumescit in littoribus orientalibus & occidentalibus.

3 Demonstratio peti posset ex eò quòd sequeretur major æstus in Zona torrida, quam in temperata, cum æquator parallelis major sit, majoremque inæqualitatem inveheat.

4. Æstus satis magnus est Venetiis, cum nullus sit in parte opposita.

5. Hic modus explicandi nullam affert rationem periodi menstruæ cur æstus singulis diebus per tres quadrantes retardetur; multò minus menstruæ, cur in quadraturis nullus sit, nec annuæ cur in æquinoctiis major sit, quam in quadraturis.

6 & præcipua. Si daretur in aqua hæc alternatio, daretur & in athmosphæra, quæ cum utrumque motum telluris particeps, sitque minus cum ea connexa quam aqua, similem immo majorem alternationem pateretur, ventumque orientalem, & occidentalem produceret.

PROPOSITIO XIII.

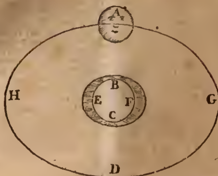
Theorema.

Carthesii sententia circa æstum maris, expressione materiæ subtilis ortum propter Lunæ transitum, demonstrativè refellitur.



Carthesius ad plerosque effectus physicos explicandos materiam subtilem in subsidium vocat, cui motum tribuit ad placitum, nempe eum qui ad explicationem effectus propositi accommodatior erit. Supponit igitur vorticem cui tellus innatet à quo nempe cum æqualiter undique comprimatur, in centro detinetur, Lunam autem ab hoc eodem vortice deferri supponit, non hunc vorticem quem à vortice orbis annui deferri existimat, non circularem efficit sed ellypticum, ita ut minores diametri AB CD directè solem respiciant, atque adeo puncta noviluniorum, & pleniluniorum determinent, majores verò diametri sint in punctis H & G ubi accidunt quadraturæ. Supponit item tellurem circa proprium axem circumvolvi, eodem modo quo hic vortex, nisi quod intra 24 horas suam circumvolutionem absolvat, Luna vero in vortice deferatur spatio tantum menstruo. Quibus suppositis ita suam hypothesin explicat.

Cum materia ætherea circumvolvatur circa tellurem, sitque spatio AB, CD coarctata, & Luna in iis positâ adhuc magis coarctetur, hæc inquam materia ætherea idem præstabit, ac aqua quæ sub pontibus in angustum coacta, & celerius fertur, impressionemque efficit in corpora à quibus in angustum cogitur. Hæc igitur materia ætherea inter lunam A & tellurem B coarctata, tellurem comprimet in puncto B, atque adeo aqua in B compressior, quam aqua F, aut E, eas attollet, & elevabit undique. Vult igitur tellurem medium hujus vorticis obtinere, quando æqualiter undique premitur, si verò plus impellatur in B, deturbabitur



turbabitur de fito loco, & in impelletur versus D, donec æquætis hinc inde impulsibus D & B æquilibrata permaneat.

Denique cum tellus intra 24 horas circumvolvatur, punctum quod erat in B transit in E, atque adeò puncta intumescentiæ aquæ, minimæque elevationis totam eius superficiem intra 24 horas percurrent, nisi quantum interea luna procedit ex A versùs G, atque adeo retardationem induci.

Secundò quia in H & G majus est spatium, ita ot luna etiam ibi posita non sit angustius spatium, quam in A & D, materia ætherea adhuc sufficiena nacta spatium, impressionem in tellurem non faciet majorem, quam faciat ea materia quæ inter B & D, & tellurem intercurrit, atque adeò nulla in quadraturis erit major pressio.

Denique ut explicet annuam periodum asserit dum luna maximè distat à plano æquatoria & in tropicis versa, cum pressio sit obliqua, minor erit eius vis, atque adeo minor æstus.

Assero totam hanc doctrinam contrariam esse Astronomiæ, & æstum efficere omnino diversum, ab eo quem authores describunt, immò & impossibilem.

Quod pertinet ad Astronomiam. Primò nulla datur observatio quæ probet vorticem lunarem ellypticum esse, quare ideò tantum sic fingitur ut explicetur hic effectus particularis.

Secundò, Si lunæ defertur à vortice ellyptico, motum habebit ellypticum. Impossibile enim est ut corpus deferatur à liquido, ejusque motum non sequatur, sed motus lunaris ellypticus non est, alioquin semper in quadraturis daretur apogæum, & in novilluniis & plenilluniis, perigæum.

Atque ita bis in mense luna in perigæo, bis in perigæo inveniretur, quod omnibus hypothesibus, multò magis observationibus semidiametrorum apparentium lunæ repugnat. Eas enim de industria cum Domino Cassini & Abbate Picard contuli invenimusque in aliquibus quadraturis, eandem esse lunæ distantiam ac in aliquibus novilunius ac pleniluniis; quare cum debeat tantum haberi ratio illius spatii quod inter lunam, & tellurem interjacet, materia enim ætherea, quæ supra lunam transit, nihil ad æstum conferre potest.

Probatur 2, præcipuè. Vel materia illa ætherea & subtilis tantæ est liquiditatis ut incurrendo in corpus durum ei se accommodet, utpote summè liquida & indifferens, ad omnem omnino figuram induendam, vel impressionem aliquam faciet. Si primum nullam in tellurem impressionem faciet, nec eam de loco deturbabit, nec aquam comprimet. Si verò sit capax impressionis efficiendæ, cur in lunam incurrendo eius motum non incitabit, & ita accelerabit, ut tandem passibus æquis ferantur. Si enim materia subtilia impellendo continuè corpora eorum motum semper accelerat, quidni luna idem efficiat, quod si semel admittatur, primo eodem passu lunæ & materia ætherea procedent, atque adeo hæc à luna non coarctabitur.

Secundò, si materia æthærea in noviluniis & pleniluniis coarctetur, citius feretur, ergo etiam lunæ velocius feretur. Si enim tantua est excessus velocitatis hujus materiæ, in minoribus diametris, supra velocitatem quam habet in majoribus diametris, ut licet in tellurem obliquè incidens ea deturbet de suo loco, quantæ est semidiareter lunæ, multò magis in lunam directè & à tergo incidens, illi velocitatem majorem communicabit, ergo cæteris patibus in noviluniis, & pleniluniis velocius feretur. Sed contendo in hoc peccari graviter contra Astronomiam, cum enim irregularitas quæ à novilunio ad plenilunium, & à plenilunio ad novilunium non possit esse alia quam quæ ab Astronomia secunda irregularitas dicitur, hæc autem à Copernico per secundum Epicyclum explicatur, ita ut in noviluniis, & pleniluniis luna in eioa perigæo inveniatur, & motua istiua à Coperoico statuitur in parte inferiori in antecedentia, nempe retardat motum Astri. Quare dico vortex lunæ eo modo compositus ut vult Cartesius motum eius accelerat, cum re verâ retardatur; ergo peccat contra Astronomiam.

Dico secundò, Ex hac hypothesi sequi æstum maris omnino contrarium ei quem observamus. Nullus enim unquam observavit nec in littoribus nec in medio mari, maximam detumescentiam & aquarum depressionem lunæ subjacere, nullus enim author, nullus nautæ quotum tamen interest dare regulas certas, ad cognoscendam horam æstus maris, hinc ut indubitatam ponont in locis liberis maximam intumescentiam accidere luna meridianum occupante. Quod est usque adeo verum, ut nullus hactenus contrarium asseruerit. Accidit æstus maris in zona torrida eodem modo quo alibi, in fluvio Amazonum æstus est maximus, ad Cayanam in quarto gradu latitudinis borealis ri-

mediocris. Igitur hæc hypothesis effectum causæ accommodat, & non causam effectui.

Secundò si intumescentia seu æstus in uno loco oriretur ex pressione aquæ in partibus lunæ subjectis, utique per motum localem fiet hæc intumescentia, & cum tempore communicaretur partibus remotioribus: sed si fiat cum tempore, primò requiretur plusquam unus mensis ut ab æquatore ad nos communicetur. Neque enim potest ita explicari, ut una aqua expellat aliam, hæc consequentem, & ita deinceps ad ultimos usque terminos. Hic enim modus impellendi non est accommodatus liquidis, sed tantum solidis. Dum impellitur aqua in uno loco, quia facilius est parvam copiam aquæ ascendere, supra consuetam superficiem attolli, quam tantam aquæ copiam moveri. Primum potius fiet, quam secundum, & favet experientia: Si enim navis demergatur, etiam aquam ad latera propellit, non tamen una aliam impellet usque ad littora, sed potius assurget aliqua pars, & supra alterius quasi quiescentis superficiem superfundetur, & motu locali feretur, quod sexcentis experientiis probari posset; quod tamen si semel admittatur, quantum tempus requireretur ut à Zona torrida ad nos usque perveniat. Adversarii quidem successionem aliquam, & tempus requirunt, sed non tantum, quantum contendo: ratio cur maximum exigam, est quod in sinubus aliisque locis non liberis, observamus nempe distantiam unius, aut alterius leucæ retardationem importare, aliquando duarum, aut trium horarum, quia nempe his locis communicatur æstus, per motum localem. Fiat regula trium videbimus requiri menses integros, ut ex Tropico Capricorni ad nos perveniat. Neque enim æstus ita incitatus est, ut vento modico non superetur.

Sed accipiamus quod ab adversariis conceditur nempe successionem aliquam requiri, ita ut ad loca borealiora tardius propterea perveniat. Si hoc esset sequeretur, lunâ à nobis remotiore tardius æstum pervenire. Supponamus ergo lunam percurrere tropicum cancri, cum Dieppa sit in quinquagesimo gradu latitudinis, distabit Dieppa à maxima pressione gradibus 26, min. 30. Luna autem tropicum capricorni percurrente, distabit Dieppa gradibus 73, min. 30. Ergo longè tardius æstus accidere debebit die plenilunii, sed non accidit tardius, sed semper die novilunii, aut plenilunii maxima intumescentia accidit hora 10 cum dimidia circiter: ergo hæc intumescentia non oritur ab ea pressione.

Addo quod cum tellus non undique aquis tegatur, hæ pressiones communicari non possent, terris intermediis impedientibus.

Deinde catalogus æstus maris qui vulgò traditur, non ponit æstum maris tardius in locis borealioribus accidere. Denique loca æqualiter à maxima pressione remota æstum eodem tempore haberent.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Reverendi Patris Fabri æstum maris per attractionem aëris à Luna explicantis sententia refellitur.

R. P. Honoratus Fabri cum in Cartesiana sententia id incongrui animadvertisset, quod maxima aquarum depressio, sub luna statuatur, contra communes observationes, & omnium authorum consensum, aliam hypothesin experientiis magis accommodatam protulit.

Supponit primò nullam dari levitatem, sed corpora etiam levia telluri inniti, & ab ea non separari nisi in quantum ab aliis gravioribus extruduntur. Probat suppositionem primò ex eò quòd corpora leviora non ascendant nisi graviora iis sese subjicere possint. Secundò aër in tubo aquâ pleno sub aqua interceptus, sphæricam & non conicam figuram induit. Alia multa afferri possent.

Supponit 2 gravitatem nihil esse aliud quam consensum partium ad formandum unum totum; id autem consequuntur per nisum quem habent ad centrum. Supponit hanc inesse proprietatem aëri, ut feratur versus partes globi quem complectitur & ambit, item non tantum partes telluris conniti ad eius centrum, sed aliorum etiam globorum totalium, cum hæc proprietas ad eorum conservationem sit necessaria. Quare cum aër hæc omnia corpora ambiat, sitque quasi commune medium fertur ad globum viciniorem.

Supponit item corpus liquidum, inæqualiter compressum, attolli ex ea parte qua minùs premitur.

Deniquè existimat corpus liquidum, cui particulæ corporis solidi admixtæ sunt, reddi gravius, ut accidit in aqua, quæ per admixtionem salis redditur gravior.

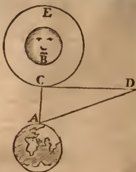
Quibus suppositis ita æstum maris explicat. Quando luna meridianum nostrum attingit, pars aëris ei subjecti desinit in tellurem gravitare, secundum quod aër est medium commune, quod contra lunam utpote globum viciniorem gravitat. Quare cum mare sub luna minùs prematur, quàm aliis in locis, necessariò elevabitur, atque ita jam habemus periodum menstruam.

Pro menstrua supponit corpora spongiosa humore abundare, præcipuè circa plenilunia, quod de ovis, ostreis aliisque corporibus communiter asseritur, quare cum aër tunc temporis sit humidior, sicut & circa æquinoctia, æstus majores excitantur.

Primò displicet in hac hypothesi, aëris indeterminatio, qui cum in tellurem prius gravitaret, transeunte Luna cessat ab hujusmodi nisu, ut versùs lunam connitatur. Nunquam enim probare potui certas conditiones otiosas, quæ licèt nihil in

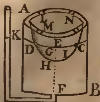
in eaosa efficiant, nec sint applicationes, eas tameo ad agendum impellunt, illæ enim æquè difficiles videntur, ac si diceatur parietem album Parisiensem, dealbato apud Sinas alio pariete determinatum esse ad produeendum io se modum similitudinis.

Demonstratio Si ad transitum lunæ aliqua pars aëris, verbi gratia quarta pars, io tellurem gravitare desineret, hoc in experimento Torricelliano animadverteremus, nulla tamen differentia in barymetro observatur. Si enim defectus gravitationis quingentarum exapedarum aëris, quæ auferuntur dum mons conscenditur, differentiam invehit trium circiter digitorum, quid non efficiet tertia, aut quarta pars aëris deficiens. Non est probabile quingentas exapedas aëris hujus inferioris, plus efficere, quam 75000000 aëris vicinioris lunæ: Si ergo æstus maris oriretur ex defectu pressioois, eò quòd aër à luna quasi trahatur, barymetra id facilè detegereot.



Secunda ratio petitur ex gravitatione liquidorum, quæ non tantum perpendiculariter, sed etiam obliquè gravitant, ita ut mensura virtutis peti non debeat tantum ex mole corporis gravitantis, sed etiam ex dispositione ad motum.

Supponamus enim partem aliquam aëris, verbi gratiâ, contentum circulo CE non amplius gravitare in terra A. Dico alias partes supplete hunc defectum, eundemque effectum produeent, per lineas obliquas seu inclinatas. Sit, verbi gratia, tellus A, luna B, totosque aër circulo CE comprehensus suspendat suam gravitationem in terram, dico aërem D gravitare obliquè in D, idemque præstabit, ac si adderetur gravitatio aëris C E; quod quidem mirum videbitur, cui natura liquidorum perspecta non fuerit, hoc tamen ita demonstro.



Demonstratio. Proponatur vas A B plenum aqua ad lineam C D, tota linea EF perpendiculariter gravitat in punctum F, aliæque partes obliquè in F suam gravitationem exercent. Suspendatur gravitatio perpendicularis E F, quod facilè consequeris, addito eorpore solido M I, quod innitatur lateribus vasis, aut quod suspendatur, repræsentabit autem aërem in luoam gravitantem t reliqua aqua supplebit ejus vices, pooeturque io dispositione ad majorem motum, atque adeò æqualiter punctum F comprimetur, & aqua ad eandem altitudinem K ascendet.

Tertiò hæc hypothesis nullam affert rationem illius æstus, qui parte telluris è diametro luoæ opposita assurgit, cum enim hæc pars aquæ, ab aëre æquè comprimatur, ac reliquæ laterales, nulla est ratio cur intumescat, nec ulla datur hujus intumescentiæ causa.

Quartò deficit hæc hypothesis, quod lunæ simpliciter tribuat æstum maris, nec ullam habeat rationem illuminationis, cum tamen mare sileat in quadraturis. Quod enim dicit aërem humidiorem esse in pleniluoiis & noviluoiis, quam io quadraturis, quia humor qui à sole ex luna educitur, citius refrigeratur, dum iocurrit in umbram telluris majoris, quam dum ineurrit in lunarem, sunt suppositiones parum verisimiles. Non enim probabile est humorem io aëre receptum à luna procedere; Quæram enim an in eam recidat, & regrediatur. Secundò non est probabile aërem vaporibus fœtum graviorem esse, cùm vapores quamdiu in eo statu permanent sint in specie aëre leviores. Deinde dato aëré in pleniluniis, aut noviluniis graviorem esse, & in quadraturis leviorem, non sequitur propterea, quod nullus esse debeat in quadraturis, quia non est simplex gravitatio spectanda, sed excessus unius gravitationis supra aliam. Addo quod aër inter tellurem & Lunam in pleniluniis situs, fœtus vaporibus à Sole ex Luna eductis, & in telluris umbra refrigeratis, gravior erit aëre laterali, quare etiamsi pars ejus aliqua deficiat, suamque gravitationem suspendat, tanta non erit gravitationum differentia.

Multas alias rationes omitto, verbi gratia, quod maxima intumescentia esset semper sub zona torrida; quod luna in tropico Capricorni posita & in meridiano circulo deberet esse minima aquæ elevatio in Anglia quæ distat à tropico Cancri 73 gradibus, & luna tropicum Cancri decurrente, & meridianum occupante deberet esse æstus in Anglia quæ 27 tantum gradibus distaret ab ea.

Pariter deberet incipere æstus eodem tempore in omnibus locis ab eo cui luna imminet æqualiter dissitis, quod tamen falsum est maxima enim est intumescentia in locis liberis luna meridianum occupante. Omitto item quod cum tellus non sit undique aquis tecta hæ pressiones communicari non possint. Addo quod nulla versus regiones polares deberet esse intumescentia, &c.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Opinio Isaaci Vossii æstum maris calori Solis tribuentis refellitur.

Supponit Isaacus Vossius aquam frigore condensari, & calore rarefieri si enim vas amplioris uteri, & colli angustioris plenum aqua frigida, in tepentem

tepentem immergatur, in ipso tepentis contactu aqua frigida coarctabitur; si tameo diutius in ea detineatur ampliabitur, & io collo assurget. Si idem vas aqua calida plenum in frigidam immerseris, ad ejus contactum nonnihil assurget, exinde contrahetur.

Occurrit exinde objectioni quæ fieri posset, nempe si aqua in æstu rarefieret naves magis mergerentur. Ostendit enim io alto mari, & in insulis longius à continenti remotis vix aquam assurgere duobus pedibus, nempe sex millesima parte suæ profunditatis; quare naves hac tantum parte magis demergi deberent, quæ pars est ita modica, ut omnem fugiat observationem. Conatur item probare lunam in æstu maris nihil efficere, cum nec calorem, nec frigus producat. Rejicit item id quod communiter dicitur ostrea aliaque corpora in pleniloniis succo pleniora sunt. Asserit item io ora Cambayæ, Bengalæ & insulæ Javæ ostrea in pleniluniis esse vacua, & quatuor aut quinque post diebus plena esse, nempe dum maximi sunt æstus. Quibus suppositis, ita æstum maris explicat.

Sol calore suo aquas rarefacit, ita ut maxima aquæ intumescentia sub sole esse debet: quia autem sol circiter telluris hemisphærium illumioat, post 6 horas sol ei parti imminebit, quam extremis radiis primo tempore attingebat, subsidetque interea mare in primo loco, non tantum ad consuetum libramentum, sed etiam paulò infra, rursumque ascendet, eo fere modo quo pendula semel incitata, noo tam cito quiescent: interea mare subsidit in secundo loco, interea dum ascendit in primo, ita ut sole post 12 horas occopante punctum primo loco oppositum aqua altissima est in primo, & demissa in secundo.

Aqua igitur in locis oppositis simul elevatur, & in mediis detumescit; quia tamen calor oon est accidens, quod sit affixum præsentiæ suæ causæ, hoc est quod depeodeat à sua causa, ut noo subsistat aliquandio sine illa, hic motus non sequitur præcisè illuminationem, ita ut mare nonnihil quiescat inter fluxum & refluxum, proptereaque æstus nou recurrunt eadem hora præcisè, sed retardant tribus quadrantibus, voluitque Deus ut luna similem haberet retardationem, ut esset signum hujus motus.

Ita autem explicat secundam periodum. Sol totam tellurem circuit intra 24 horas, sed æstus non perficitur nisi intra 24 horas & min. 48, ideoque sol calore suo secundo die aquas calefacit, dum adhuc subsidunt, qui motus, quia contrarii sunt, se invicem destruunt. Tertio die cum æstus adhuc magis sit retardatus, sol redit una hora cum dimidia antequam perfectus sit, illi magis contrarius est; ita ut septimo die sol calore suo, motum omnino contrarium aquis tribuit, easque elevat & rarefacit toto tempore quo subsidere deberent, ideoque tunc est æqoilibrium. Decrescunt igitur æstus à primo die ad septimum, quo nullus est. Sequentibus diebus cum motus à sole productus nullum contrarium offendat, aogetur æstus donec contrarium offendat. Nam vis reciprocationum etiam in mechanicis mira præstare potest. Affert autem exemplum penduli, quod vibrationes haberet 24 horarum, & min. 48. qood à corpore intra 24 horas in orbem circumacto impelleretur, ostendit fore ut series harum vibrationum alicui periodo subjaceret, qua per vices minores & majores redderentur.

Quærit exinde cur cum aqua in alto mari non elevetur nisi uno aut altero pede, in littoribus tamen æstum efficiat ita vehementem, ut in nonnullis locis ad 80 pedes attollatur, quod legibus staticæ adversari videtur. Ut autem respondeat, elevatiooem aquæ, à motu ejus quasi progressivo distioguit. Vult igitur aquam rarefieri, & assurgere primom ad partes orientales, & propter hanc elevationem decurrit io occidentem, interea verò dum currit, sol eam rarefacit, & elevando ad motum velociorem eam incitat, & quia indesinenter agit, ejus motum semper auget.

Sitas fretorum & sinuum, & acclivitas alvei multum etiam ad hujusmodi motum augendum confert, eò quòd impetus acquisitus aquas evehit ultra superficiem aquæ, præsertim io sinubus apertis, & directè aquas excipientibus, & in angustum cogentibus, sicut etiam in fluminibus, & alveis leniter inclinatis.

Demonstratio. Quamvis hæc hypothesis subtiliter excogitata sit, non explicat periodum menstruā, hoc est cur minuantur æstus à novilunio, & plenilunio ad quadraturam, & augeantur à qoadraturis ad pleniluoium & novilunium. Si enim minuitur æstus à conjunctionibus ad quadraturas, eò quòd sol rarefaciat aquas, cum detumescere, & subsidere deberent, hæc ratio etiam probat, quod tempus refluxus minuendum esset & consequenter æstus accelerandos esset.

Secundò impossibile esset ut æstus crescerent à quadratura ad cōjunctionem; cum enim aqua quieta sit septimo die, fluxus seqoenti die inciperet, quasi nullus præcessisset motus, qoare debebit fluxus incipere sole oriente: sed septimo die non incipit æstus nisi luna oriente, oritur aotem luna, sole meridianum attingente, quando secuodum istam hypothesin detumescere deberet. Quamvis in omnem partem versarim hanc hypothesin conciliare non potui retardatiooem æstus, cum ejus decremento. Quare qoomodocumque hæc hypothesis assumatur, vel æstus non retardabitur, vel nō crescet, aut minuetur, aut non ea hora accidet, quā observatur accidere, subductis enim calculis, nunquam hæc ita aptare potui ut congruerent. Cum enim fiat æquilibrium die qoadraturæ, die sequenti incipit periodus, cum nullum sit io aquis impedimentum, nullus motus contrarius, sole igitur oriente, & non luna, intumesceret mare, contrá observationem indubitatam.

Addo æstate incipere æstus maturiùs, quàm hieme, eo nempe oriente sole.

Nullam item affert rationem periodi annuæ, nempe quod circa æquinoctia majores æstus accidant, quàm circa solstitia.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Sententia Patris Theodori Moreti æstum maris; magnetica virtuti Lunæ, tribuentis refellitur.

Hic Author recensitâ æstuum maris historiâ, lunam eorumdem causam agnoscit.

Primò quia periodi æstuum exactè periodo motuum lunarium ita præcisè respondent, ut nulla à tot sæculis notata sit aberratio; retardantur enim minutis 48 io singulos dies.

Secundò, periodus menstrua, æstus in pleniluniis, & noviluniis maximos exhibent.

3. Conchiliorum, & ossium, immo & plantarum exempla profert, quæ succo plena sunt & turgent in pleniluniis. Asserit item se vidisse hominem cui pars cranii ob vulnus inflictum exempta fuerat, substituta in ejus locum laminâ argenteâ, quæ in pleniluniis & noviluniis protuberaret, impulsa scilicet à copiosiore cerebri substantia, in quadraturis fatisceret. Felium oculi lunæ phases sequuntur, lunatici, varias vices secundum periodos lunares patiuntur. In serendo quam multas supra ætatem lunæ observare convenit, sicut & ad secanda ligna. His omnibus stabilire contendit lunæ in humida præsertim corpora dominatum.

Exinde vim lunæ magneticam adstruit, ejusque nonnulla proponit indicia. Primum quod luna eamdem semper ad tellurem faciem obvertat, eo modò quo magnes filo suspensus si circumagatur eadem semper facie tellurem respicit. Lunæ tamen magnetismum medio tantum lumine exerceri existimat. Ita ut vis attractiva aquarum, in luna eodem modo conjungatur cum illuminatione, ac vis calefactiva solis cum lumine.

Demonstratio. Si luna æstum maris cieret per virtutem magneticam, nullus daretur æstus, luna infra horizontem descendente. Respondet quod luna infra horizontem posita & aquas in illam partem attrahente mutatur centrum gravitatis terræ, quod fit propius lunæ, & quia centrum gravitatis terræ debet cum centro universi convenire, recedit tellus à luna, ut nempe centrum hoc novû gravitatis in centro universi constituatur, ideoque aquæ in hemisphærio adverso circa hoc novum centrum gravitatis in orbem circumfunduntur, & intumescunt, atque adeo duæ sunt aquarum intumescentiæ oppositæ.

Dico tamen hunc modum explicandi non posse subsistere. Primò quia si aquæ à luna attractæ, quasi in cumulum sub ipsa adunantur, non tamen ex hoc pondere adjecto mutatur centrum gravitatis, quia per attractionem illam suspenditur earum gravitatio. Neque enim destrueretur æquilibrium, etiamsi ex una parte bilancis adderetur pondus ferreum, quod à valido magnete detineretur suspensum. Quare tantum abest ut centrum gravitatis telluris fiat propius lunæ, immo vero deberet à luna removeri.

Secundò; Si verò etiam ipsa terra versùs lunam attrahitur, sequitur alia contradictio, nempe quod centrum gravitatis eius ascenderit, & quod ipsa descendere debeat.

Tertiò. Quare tellus ascendit, & non potius luna descendit? omnis enim attractio mutua est, in eoque fit motus, in quo minor est ad motum resistentia. Denique pondus additum aut subtractum telluri, eam de loco suo non deturbat, cum alia habeat firmitatis principia, qualis est virtus magnetica, quare prædictus author huic mutationi centri gravitatis diffidens aliam explicationem subjungit.

Uult igitur hanc aquarum intumescentiam sub luna, cum ea moveri ab ortu in occasum, donec in littora incurrat, cum enim ulterius progredi non possit, à luna deseritur, atque adeo regreditur, & subsidit, & hoc motu acquirit impetum, quo ad modum penduli, fluctuet, hoc est assurgat, & detumescat. Hæc tamen explicatio in eo deficit, quod tempus inter duos æstus ex latitudine maris videatur determinare quæ cum varia sit, periodum à lunari discrepantem producet.

Secundò, Experientiæ satis ostendunt intumescentiá non oriri à luna attrahente. Si enim hoc ita se haberet dum luna oritur apud Canadenses aqua deberet à littoribus recedere, ut ad lunam accurreret, atque ita luna Oriente refluxus inciperet.

3 Luna tropicum Capricorni decurrente, & circulum nostrum meridianum, deberet esse apud nos maxima detumescentia, cum tunc distet luna à nobis gradibus 73.

Quartò, Æstus maximi acciderent in Zona torrida.

Quintò, Si hæc virtus magnetica est independens ab illuminatione, æstus in quadraturis & in pleniluniis æqualis esset. Si verò dependet ab illuminatione in noviluniis nullus esse deberet. Deinde æstus non deberent esse æquales nono, & septimo die; decimo, & sexto, undecimo & quinto &c.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Causa probabilior æstus maris explicatur.

Nescio an melius mihi quam aliis nodum hunc extricare contingat, cum facilius aliorum opiniones rejiciantur, quam aliquid constituatur quod satisfaciat.

Verè quidem negare non ausim esse aliquas in æstu maris lunæ partes cum tot indiciis hæc connexio se prodat, an verò sit causa præcipua, an verò adjuvans tantum, nostrum erit constituere.

Dico primò lunam non causare æstum movendo aquas localiter, ut ab uno loco in alium migrent verbi gratia, ut sequantur lunam.

Probatur. Non est in mari talis motus qui singulis horis 15 gradus seu leucas 300 perficeret, quia si hoc esset nullus Euripus, nullus fluvius tanta velocitate decurreret, & æstu delata navigia ab Europa in Americam intra tres horas pervenirent. Non igitur motus progressivus in aqua producitur, sed tantum intumescentia aliqua successiva quale in fluctibus observamus.

Dico 2 hanc intumescentiam aquarum, non fieri per ullam attractionem quam jam supra rejecimus, quia major foret in Zona torrida. Secundò tantam in æstibus inæqualitatem observamus, etiam in locis eidem meridiano subjectis.

Dico 3 multos effectus naturales periodicos fermentationi esse tribuendos.

Assertio aliter quam inductione probari non debet.

Primò quidem omnia elementa motibus nonnullis reciprocis subjacent, ut verno tempore succus aliquis è terra erumpit, & ad summos procerarum arborum ramos, & folia pervenit, autumno verò idem succus radicibus, & tellure resorbetur, estque quasi fluxus & refluxus annuus. Aliæ periodi sunt plurium annorum, terræ enim, prata, arbores suas periodos habent, certisque annis fertiles sunt, aliis verò quasi exhaustæ quiescunt.

Aliæ reciprocationes diurnæ sunt, ita in loca mineralia, & palustria certis diebus tetrum odorem exhalant, aliis verò minimæ. Aristoteles aliquam in ipsa terræ motu, & successione periodum agnovit. Asserit enim in majoribus terræ motibus, quadragesimo die, successiones illas redire, ita ut liceat quasi æstum agnoscere, dum erumpit hic spiritus vehementior, & refluxum dum vires

quasi

quasi reparat, & concoquit, donec exhausto toto illo fermento perfecta quies sequatur. Quod autem res ita se habeat, & quod hi spiritus quasi resorbeantur, affert signum aliquod Aristoteles, nempe quod toto tempore quo viget illa motus terrestris periodus, nulli venti vehementiores nullæ tempestates excitentur, sed summa vigeat tranquillitas. Nempe hi spiritus terræ visceribus inclusi, aërem non commovent.

In aëre similem alternationem observamus. Primò venti currunt, & recurrunt, secundò quilibet ventus non eodem tenore adspirat, sed per vices, modo vehementioribus modo remissioribus flatibus. Ut plurimum septimus nonnunquam decimus maximus est. Ut autem ab his universalibus ad particularia exempla hujus fermentationis descendamus, Vina non tantum in cupa dum adhuc uvis permixta sunt, sed etiam in doliis recondita à fundo commovent omnes fæces, & quidquid acinorum, pellicularum, & sordium permixtum habent croctant, idque potentius quo magis fuerint generosa. Immò per anni decursum, aliquando agitantur, præsertim verò dum florent vites. Immò affirmant œnopolæ dolia summè plena nonnunquam uno digito deficere, postea verò illud damnum resarcire.

In cervisia paulò minor observatur vicissitudo. Sensibilior in fimo, qui ubi per dies aliquot coacervatus, & quietus permansit, calore intus aucto spiritibusque sensim à crassiore materia secretis, aut per divisionem materiæ in partes minutiores, & minus motui resistentes, hanc molem agitant, plurimique erumpunt, remittitque ille fervor, donec reparatis viribus rursus motum concipiant. Innumera habemus exempla etiam in rebus quibuscumque obviis hujusmodi periodicè iteratæ eruptionis, præcipuè ubi corpora heterogenea permixta fuerint. Animadverti enim sæpissimè dum in aliquo horti angulo reponuntur variarum herbarum folia, & caudices, ut crambes, cæpæ, allii, brassicæ, & aliorum ut computrescant, licet omnia permixta sint idemtidem tamen unius tantum generis odorem afflari, postea verò alterius generis, ita ut hæ materiæ suas habeant vices.

Hanc fermentationem tanquam unum ex præcipuis suæ artis principiis chymici agnoscunt, qui multùm reponunt industriæ ut harum periodorum fines, & circuitus observent, iisque se accommodent. In plantis enim & animalium seminibus ut in ovis, ita sunt statuta tempora, ut ea prævetti non possint: ita videmus frumentum in Americanis insulis, etiamsi feratur, herbam tantum producere, eò quòd à continuò calore nimis urgeatur, nec possit sufficienter fermentari, quod in his regionibus per hyemem præstat.

In aliis plerisque hujusmodi periodos animadvertimus, ita poma humectantur, & computrescunt, quo tempore sui generis arbores florere solent. Carnes item quæ sale conditæ, toto anno servantur, eodem interni humoris profluvio visiantur, quo tempore pecudes ejusdem speciei incitantur ad venerem.

In animalibus quam variæ observentur humorum periodi Medici omnes testantur, celeberrima enim est quadragenaria humorum periodus, dicuntur gravidæ mulieres quadragesimo quoque die malè affici, ita ut si quadragesimo quocumque die fœtus in lucem prodeat, vitalis esse non possit. Solet item inundatio quædam humorum, & purgatio quadragesimo die contingere. Hinc in morbis pestiferis detegendis quadragesimus dies exspectatur, ita ut si intra hunc dierum numerum nihil efficiat, cesset omnis hujus mali suspicio.

Sed nulla magis periodica fermentatio in oculos incurrit, & cum materia proposita similitudinem, & affinitatem majorem habet, quam periodicus febrium recursus, in quo duos fermentationis motus expressos observamus. Spiritus enim quasi refluunt, seu ad interiora feruntur fibrasque & musculos quodam rigore perstringunt; hinc frigus, pallor tremor, totiusque corporis concussio, oris hiatus, brachiorum distensio situs, &c. Sequitur alter motus priori quasi contrarius, nempe fluxus æstus, sudor, dolor capitis. Hoc exacto fluxu, quasi exhaustis viribus, erit quies, donec statuta die, & hora idem paroxismus redeat.

Clarum autem est causam hujusmodi periodorum in fermentatione positam esse, quæ quasi duplicem motum habet, unum contractionis, alterum diffusionis certum est item in corporibus magis mixtis diuturniorem esse periodum, ita ut spiritus expurgati ab omnibus heterogeneis hanc vim fermentationis nullam habeant. Ita asserunt Theriacam ex multis heterogeneis compositam non nisi decimo anno fermētari. Cùm ergo corpus humanum quatuor præcipuis humoribus abundet; mirum non est si fermentationem in eo multiplicem observemus, immò prout prævalet aliquis humor crebrius aut tardius fermentatur. Asserunt nonnulli pituitam singulis diebus, bilem altero quoque die, melancholiam tertio fermentari; sanguinem verò esse commune horum humorem vehiculum.

Ex hoc humorum partiali fluxu, oritur septima quaque die commotio generalis quam crisin Medici communiter nominant. Sunt item aliquæ crises quæ in septennium differuntur, ita ut septimus quisque annus propterea dicatur criticus. Neque verò abs re fuerit aperire breviter quomodo generentur febres, ut ex eadem analogia aliquid ad nostrū institutū detorqueamus. Febres igitur producit crassior & peregrina materia, primariis humoribus permixta, eisq; fermenti instar adhærens. Extraneus ille succus concoquitur, & ubi sufficiēter fermentatus est, inundat. Quia tamen crassior est, quàm ut facilè tenuissimos meatus permeet, obstructiones efficit, clausisque præcipuè capillariū venularum meatibus, prohibet ne sanguis arteriosus venas subeat. Hinc detumescunt venæ, & arteriæ intumescunt. Subtilior tamen hujus extranei succi halitus recedenti sanguini succedit, per venasque & nervos permeans vellicat & pungit; motusque convulsivos efficit, frigusque illud & pallorem. Interea verò cor afflatum hoc maligno halitu fibras restringit, accelerat motum, multùmque incalescit, & obstructionibus dissolutis fit arteriosi sanguinis inundatio. Hæc & alia in febribus notare licet. Sed ut ad institutum redeamus.

Dico ergo fermentationem esse causam æstus maris.

Explicatur. Sunt in globo terraqueo quatuor quasi humores, nempe aqua, humidum pingue, seu bitumen, mercurius, & nitrum seu sal. Hæc in mixtorum compositione alterantur, fœcesque & sordes contrahunt, atque adeò nisi excoquantur, & expurgentur, ad ulteriorem compositionem redduntur inutiles. Receptaculum commune in quod confluunt hujusmodi humores, est mare. Aqua est

omnium vehiculum, dum enim fontes, rivi, flumina, omnem telluris superficiem aut pervadunt, aut lavant, primò terreas particulas solvunt, salibus omnis generis imprægnantur, quæ in mare devolvunt; ita fontes salsi, vitriolici, sulphurei, mercuriales, horum omnium particulas in mare deferunt. Ita ut sicut sanguis variis ex cibo assumptis partibus cibo imprægnatus confluit ad cor, in quo assidua concoctione perficitur, ita etiam hæc diversorum corporum congeries in mari assidua fermentatione. Perficit autem hanc fermentationem nativus terræ calor, qui satis est intensus ut in fodinis profundioribus experimur, ita ut in profunditate octoginta orgyarum tantus sit, ut per breve tantum tempus tolerari possit. Cum ergo mare in pluribus locis ad maximâ profunditatem descendat ideò nativo illo calore incalescit. Quæ ratio est cur accidant æstus vehementiores in partibus ab æquatore remotioribus. Dicitur enim esse profundius mare in illis oris, ita ut bolide explorari ooo possit. Hanc fermentationem adjuvat nativum frigus aquæ, præcipuè aquæ dulcioris quæ primam superficiem occupat, hoc enim frigus spiritus continet, impeditque quo minus erumpant. Hæc forsitan ratio est cur in zona torrida remissiores sint æstus, eò quòd à tepenti aquæ superficie non satis cohibentur hi spiritus. Hujusmodi ergo spiritus collecti tandem incalescunt, conceptoque impetu versùs circumferentiam feruntur, & aquas propellunt.

Dico 2. Intumescentiam maris non tam fieri ex attenuatione, & rarefactione aquarum, quam spirituum in ea delitescentiû Quia si hoc esset simpliciter æqualiter ubique idem pateretur, sed non ubique observatur æstus, nec ubique æqualis, imò aliqua maria nullum habent, eo quod his spiritibus non abundent. Deinde eodem modo fit hæc intumescentia, quo aliæ ex fermentatione ortæ, sed hæ oriuntur potius à commotione spirituum, motu, & expansione, qua sibi viam faciunt.

Dico 3. Hos spiritus suas habere periodos, ita ut post eruptionem, etiam seclusâ omni causa extrinseca, debeant subsidere, & reparare suas vires.

Probatur. Similem in multis aliis rebus periodicam vicissitudinem observamus. Ita diximus supra dies criticos recurrere septimo die, immo sunt nonnulli qui perfectam in mari cum corpore humano analogiam, & cum quatuor humoribus agnoscunt. Volunt enim mercurialem spiritum ut maximè mobilem bis in die exæstuare, videtur enim avolare ad primum caloris afflatum, nitrum altero quoque die, bitumen tertiâ qualibet die. Ex hac quasi combinatione volunt oriri periodum menstruam, quâ æstus à quadraturis ad conjunctiones augeantur, & à conjunctionibus ad quadraturas minuantur, sed ista non sunt satis certa ut à nobis proferantur. Quare sine tanta distinctione humorum, videmus in omni fermentatione, non continuâ ebullitionem fieri, sed per alternas vices, ut sensim augeantur intumescantiæ, deinde verò post maximam minor aliqua eadem in ventis inæqualitas, quam vicissitudinē etiam in fluctibus observamus, ut decimus quisque sit maximus, dicaturq; propterea decumanus. Quia igitur advenientè semper materia quando non sit magna evaporatio, plus adveniat materiæ, quâ singulis æstib. deperéat, secundus æstus sit major primo, atque ita deinceps usque ad decimumquartum, qui maximus est, & magnam evaporationem efficit, quæ etiam ex odore percipitur. Sequitur enim post magnum æstum teter odor, post hunc decrescunt in dies fluxus donec in quadraturis aut nullus sit, aut modicus.

Ex his facilè afferes rationem cur aliqua maria nullum patiantur æstum, ideò sanè quia nempe carent hujusmodi spiritibus, aut non adsint in ea copia, quæ rantæ moli agitandæ sufficiat. Quædam item maria vehementius exæstuant.

Reddes item rationem cur in stagnis & lacubus nullus sit æstus. Cum enim aqua sit purior, & altitudo modica, si comparetur cum mari, atque adeò quæ non multum descendat infra telluris superficiem hujusmodi non sunt spiritus in aqua, neque à calore terrestri subministrantur.

Reddes item rationem cur duo æstus contrarii, sibi invicem in medio mari concurrant, neque enim hæc spirituum commotio in toto mari accidit quasi unica. Dum igitur in duobus locis satis dissitis mare intumescit, necessariò fluxus aquarum, inde procedentes concurrent.

Dico 4. Aliquas esse lunæ in hoc æstu ciendo partes.

Probatur. Difficile est creditu ut ita exactè horum spirituum commotionem respondeterent motibus lunæ, ita ut ab initio mundi hæ periodi non discreparint, quare probabilius mihi videtur lunam influere. Videmus enim aliquam esse lunæ activitatem, ita videmus lunaticos, etiam intra cubiculum clausos, secundum lunæ phases malè aut benè affici, quia certam in toto aëre temperiem producit quæ ipsis nocet.

Quomodo autem luna influat in hujusmodi æstum, est satis difficile explicare, non videtur autem per calorem efficere, cum modicus sit aut minimè sensibilis, qui facilè ab aëris frigore hiemo præsertim vinceretur. Multi existimant à luna emitti aliquos spiritus, qui dissolvendi vim habeant, afferuntque aliqua experimēta. Si quis enim lumen lunare speculo concavo colligat, eique verrucosas manus objiciat brevi tempore verrucæ dissolventur. Addunt item si spongiam in puncto foci statuas, colligetur humor. Possunt ergo hi spiritus lunares vel affines esse spiritibus æstum cientibus, non tantum secundum similitudinem, sed quod sint eorum aut dissolventia, aut coagula.

In noviluniis quidem, cum nihil solaris lucis reflectat, emittit hos spiritus qui intra umbram ejus frigescunt, & in superficiem aquæ incidunt, auctoque etiam frigore, fermentationem adjuvant spirituumque marinorum vim augent. In pleniluniis autem attenuati iidem spiritus lumine solari facilius permeant, simulque cum lumine à luna reflexo feruntur, ita ut lumen ipsum, quasi his spiritibus imprægnetur. Itaque in plenilunio graviores humores, bitumen scilicet, & nitrum vehementiori dissolutione expurgantur & fermentantur, in quadraturis verò temperati sunt lunæ influxus, aliòque ut ita dicam à lumine derivati, fermentationem non juvant, atque adeo aut nulla, aut permodica sequitur. Ita sæpè ex causis contrariis idem effectus sequitur. Quæ tamen de his spiritibus profero non satis esse comperta fateor.

Dices primò Luna nova majores æstus accidunt quam in quadraturis; ergo non sunt à luna quæ non operatur nisi per lumen.

Respondeo lunam novam majores habere vires in ordine ad alios effectus quam in quadraturis. Sic enim videmus præcipuas mutationes accidere in noviloniis, ita ut quem tunc cursum ineat aëris temperies, eundem toto mense observet; sive lumen Solis in Lunæ athmosphæra refractum, se-

cum

cum aliquos ejus spiritus deferat, sive ut dixi, quod hi spiritus in umbra lunæ refrigerati cōdensentur, sive quod illuminatio à partibus Orientalibus ad Occidentales procedat, sive propter aliam rationem. Nullus tamen est dubii locus, quin luna in noviluniis majorem vim habeat quam in quadraturis, etiam in ordine ad alios effectus, ita ut non sit peculiaris difficultas. Vel igitur tunc potentius agit, vel omnino non agit, atque adeò humores non commoveat, qui in mare recidant; fieri enim potest ut utroque modo motum cieat.

Dices 2. Æstum accidere luna sub horizonte posita.

Respondeo primò periodum spirituum esse determinatam, quare posita una determinatione à luna, potest facilè sequi secunda, etiam luna peculiariter non adjuvante. Deinde etiam si semel tantum in die commoverentur hi spiritus, sequeretur tamen hæc secunda fluctuatio. Eodem modo quo vento cessante non continuò fluctus sistuntur, sed per aliquas horas perseverant. Luna igitur non per calorem, sed per lumen, & spiritus hunc effectum juvat.

Dices 3. Si æstus produceretur per commotionem spirituum, alicubi animadverteretur ebullitio, & commotio. Respondeo multos asserere se hujusmodi ebullitionem observasse. Quamvis autem observabilis non esset nihil inde concluderetur.

In æquinoctiis potius accidunt æstus, quia tempestas humidior est, & quia tunc sol & luna totam tellurem illuminant. In solstitiis verò aliquæ tantum partes illuminantur.

PROPOSITIO XVIII.

Quomodo Nauclerus æstu maris uti debeat.

Cum æstus maris aquæ tantum sit intumescentia, de eo non debet nauclerus in medio mari laborare, ubi fluxus aquæ causa non est; uti nullus quoque saltem sensibilis in mediterraneo deprehenditur.

Notandum est ergo licèt in locis liberis maxima aquæ intumescentia quam illius vivum appellamus, tunc contingat quando luna meridianum attigit, non tamen perinde contingere in littoribus, in quibus fluxûs aquæ in varias partes est causa, qui non nisi determinato tempore potest accidere, ita in locis æstum aut citius, aut tardius accidere.

Navarchi nostri perperam pixidis nauticæ divisionem, in omnia divisionum genera transferunt, qui cum diem in viginta quatuor horas deberent partiri, illum in triginti duos rumbos dividunt. Id tamen illi præstant, & cum affirmare deberent vivum aquæ in Rhea insula hora tertia futurum, id eventurum dicunt eo in loco in novilunio, vel plenilunio, quando luna erit in Sudest. Qui modus loquendi erroribus occasionem dedit, existimantium azimutales circulos, non autem horarios tempus æstus determinare, verum est æstum quotidie quadraginta octo minutis hoc est duodecim gradibus retardando, rumbi autem undecim gradibus & quarta parte distent, hunc respectum illum numerandi modum utcumque excusare.

Ut sciri possit quâ hora in quavis maris parte plenus sit æstus, sciendum est qua hora plenus sit æstus in eo loco, vel in plenilunio, vel in novilunio, tum retrocedendum tribus horæ quadrantibus pro singulis diebus, quod quatuor horas cōflat diebus quinque. Sit exemplum, quæstio est quâ hora plenus sit æstus in Rhea insula die lunæ sexto. Si die novilunii plenus ibi sit æstus hora tertia, retrocedendum quatuor horis diebus quinque, & tres horæ quadrantis addendi pro die 6, tum respondendum sexta die lunæ plenum esse æstum in Rhea insula hora septima cum tribus quadrantibus.

Poteris autem hâc arte labori computationis parcere. Fiant duo circuli concentrici, quorum exterior sit immobilis, divisus in horas viginti quatuor; interior sit mobilis divisus in dies viginti novem cum dimidio. Eo autem ordine dies quo horæ disponantur. Primam diem lunæ super hora constitue qua plenus æstus ea in maris plaga accidit, quælibet lunæ dies respondebit horæ qua plenus æstus eo in loco contingit.

PROPOSITIO XIX.

Catalogus Portuum, & horarum quibus accidit affluxus die novilunii, aut plenilunii.

Hispaniæ ora maritima.

	Horæ
Ad Taviles.	12
Ad Palos & Ayamonte.	$3\frac{3}{10}$
S. Lucar de Barrameda.	$2\frac{1}{2}$
Fretum Gaditanum.	$5\frac{3}{4}$
C. Carteiæ C. Trafalgar, & C. S. Mariæ.	$1\frac{1}{4}$
Ad ostia Tagi.	$3\frac{1}{4}$
In ora Argarbii.	3
Ad S. VES Tones, & Maestrol.	$3\frac{3}{4}$
Ad Villa Condo, & ad Montego.	3
A S. Andero, Laredo, & Castro.	4
In reliquis locis oræ Hispanicæ.	$3\frac{3}{5}$

GALLIÆ ORA MARITIMA.

In littore Aquitaniæ *Gascogne*.	3
In ostio Garumnæ.	3
Infra flumen.	$3\frac{1}{4}$
Brouage Rochelle.	$3\frac{3}{4}$
Os ligeris *Loyre*.	3
Australis ora Britanniæ.	3
Isle de Ré.	3
Ad Olonam, Bolienas.	$3\frac{1}{4}$
Bell'isle.	$1\frac{3}{4}$
Garaude S. Nazario.	$3\frac{3}{4}$
Ad Fontenau violentissimus Brest Boleda.	$2\frac{1}{4}$
Ad *Uly* & Conguer.	$4\frac{1}{2}$
A Uvert & Pennaques.	3
A *C. Fourne au Four*.	$3\frac{1}{4}$
Ad insulam *Uschant*.	$4\frac{1}{2}$
Ultra illam,	6
A *Bresont*.	$7\frac{1}{2}$
A Razin.	$5\frac{1}{4}$
Ad Insulam de bos.	6
Ad 7 insulas.	$4\frac{1}{2}$
Ad Portland.	9
A *S. Malo*.	6
A *Caen*.	$10\frac{1}{2}$
Ad Honfleur, & ostia Sequanæ.	$10\frac{1}{12}$
Ad Depam S. Valere.	$10\frac{1}{2}$
Rothomagi violentus.	$10\frac{3}{4}$
Ad Fescamp, & littus Normandiæ & Picardiæ.	$10\frac{1}{2}$
Carnesul & *Blenchernes*.	9

Ad

Ad insulam *Hebas.*	$5\frac{3}{4}$
Boulogne.	$10\frac{1}{2}$
Caletum.	9

ANGLIA, SCOTIA, HIBERNIA.

Ad insulam Vvicth.	11. 25.
In ejus littore orientali.	9
In syrtibus prope Vvicht.	12
A Uvitht ad *Bevesier.*	8
Io portu Attemu.	$8\frac{1}{4}$
A Plimutho ad C.Lezardum.	$7\frac{1}{2}$
Plimuti ora occidentalis.	6
Orientalis.	$5\frac{1}{2}$
Insulæ *Sorlinges.*	$4\frac{1}{2}$
Pessaus Musol.	$6\frac{3}{4}$
Faius Falamui.	$7\frac{1}{2}$
Dover Dubrin.	$11\frac{1}{4}$
Ostia Tamisis.	$11\frac{1}{2}$
S.Michel. C.Neuton.	$5\frac{3}{4}$
Darmour. lin Boston, Briston.	6
Lund & Hul.	6
S. Nieulas & ante Hul.	9
Ex Morath Lime.	6
S.Helena, & S.Margarita.	$11\frac{1}{2}$
Yarmuut.	$10\frac{1}{2}$
In mari.	9
Foye Formouth.	$5\frac{1}{2}$
C. Starte.	$7\frac{1}{4}$
Vvinsel. & Porchester.	$11\frac{1}{4}$
C. Bsouve, & Sohapton.	12
Valper, & in ustiu canalis.	$1\frac{1}{2}$
Flambotuuhead.	$4\frac{1}{2}$
Ad littora Vvalsiæ.	$5\frac{1}{4}$
Inter Fauvich. Unelmugan in canali.	$6\frac{1}{4}$
Ostia fluvii *Curlid.*	3
Prupe Lundinum.	3
Schelaven.	$11\frac{1}{2}$
Haruvich in purtu.	$11\frac{1}{4}$
Extra in mari.	$10\frac{1}{2}$
Ad ustia Humbri fl. C. Sporne Bremuld Vviatertun.	9
Baruvich in Nortumbria.	3
Tynmout Stokton.	3
Vvilibray.	3
C. S. Tabs, Albrodt & Oetz.	3
In ura orientali Scotiæ.	3
Monttot.	$2\frac{1}{2}$
Lith Edenboton.	$2\frac{3}{4}$
Bueahan & Slates.	3
Inter Scotiam & Orcadas.	3
In ora Hiberniæ Orientali Occident. & australi.	$1\frac{1}{2}$
Gatafurda, Corca, Semieris & Baiam.	$4\frac{1}{2}$
In Hirl. littore occident.	3
In Hirlandiæ porrubus australibus.	$5\frac{1}{4}$

B E L G I U M.

Duneherxe, Ostende Neuport.	12
Ad flumen Vveper & ad Unx.	12
Ad littora & portus Zelandiæ.	$1\frac{1}{2}$
Ut Bergen, Briela midef.borova, & Upzooa.	$1\frac{1}{2}$
Ad Syrtes Zelandiæ euotra Flandriam.	3
Flisingæ.	$11\frac{1}{2}$
Ad ostia Scaldis; & Mosellæ.	$2\frac{1}{2}$
Ad ustia Scaldis Mosæ, Goredæ.	$1\frac{1}{2}$
Armentiera.	3
Goet.	$1\frac{1}{2}$
Aleos dunem.	$4\frac{1}{2}$
A Cales ad Gravelingam.	$1\frac{1}{2}$
Descendendo ex Flandria versùs Canalem Angliæ.	3
Ad caput Dubla.	3
Cambray.	9
Amesfort, Hardeuvich.	3
Anvers.	6
Amsterdam Dordtas Campen.	3
Roterdam, Delfe, Haveo, Tuer.	$3\frac{1}{4}$
Enchusa, Horn. Embden.	9
Ante Texeliam.	6
In statiune Texeliæ.	$7\frac{1}{2}$
A Texelia ad littus australe Islandiæ.	$4\frac{3}{4}$
In littore Holland. extra Flevum.	$8\frac{3}{4}$
Quartuvich, & Sanfoord.	$4\frac{1}{2}$
Edam, & Der Noellæ.	$1\frac{1}{2}$
Blog. Dorxam, & Vvitlam.	9
Ad ostia Eyder.	12
Ad insulas Iutlandiæ.	12
Ad ostia Amisis ante Flevum.	9
In Frisiæ littoribus.	9
Ante Amburg. & Bremum.	6
Monster.	$4\frac{1}{2}$
Straven Harlinga, Groninga, Ameland, Buxaru, Oldersum Rottomi.	9
Melessuard, & Vvangeruoc.	12
Ad portus Ripen, Huysum, numit.	12
Huvit, & Doodebergh.	12
Suarzyth.	$4\frac{1}{2}$
Doodebereh.	$1\frac{1}{4}$
Ora Juslandiæ.	12

Finmarchia, Finlandia, Livonia, Laplandia, Russia.

Littus Finmarchiæ & Finlandiæ.	$1\frac{31}{2}$
Nort Caep.	$12\frac{1}{4}$
Vadhuus.	3
Busford Laplandiæ.	12
Insula Kildem.	$7\frac{1}{2}$
C. S. Mariæ.	$8\frac{1}{4}$
S.Thchets, & Punuy.	$12\frac{1}{4}$
Mare bianco Laplandiæ & Russiæ.	10
Ad ustia divinæ flu.	6
Iu portu Morzorem insulæ Candenox.	$1\frac{1}{2}$
Ad insulsm Cogien.	3
Ad ostia Pecoræ fluv.	3
Arcangel Russiæ.	6
Deorsum.	7

A F R I C A.

C. Spartel. C. Gruer, & Cantin.	3
C. Blancum Africæ.	$9\frac{1}{4}$
Ad capita Matas, & Roxo.	3
Et inde usque ad æquatorem.	3
Promunt. Sierra liona.	$8\frac{1}{2}$
Ad Caput nigrum.	3
Ab æquatore ad Caput Bonæ Spei.	3
Ad Canariam & Tenerifam.	3

A S I A.

Macai.	$8\frac{1}{4}$
	$10\frac{1}{2}$
	9
	11.

AMERICA BOREALIS.

In Fluridæ purtu S.Aug.	$7\frac{1}{2}$
	Kebec

Kebec in nova Francia.	6
Ad tria flumina.	9

AMERICA AUSTRALIS.

Ad caput Caribum in finu Pariæ.	$2\frac{1}{2}$
Ad oftia fluvii Amazonum.	$6\frac{1}{4}$
In Porto defire.	12
In littore Chilenfi.	3

De Ventis.

PROPOSITIO XX.

Quid fit Ventus?

Ventus eft perennis aëris commotio tactu fenfibilis. Hæc mihi videtur definitio fatis clara per fe. Nam dum flabello commovemus aërem eodem prorfus modo afficimur, ac dum vento manum exponimus, ergo verè tunc adeft id totum quod ventum vocamus. Certum eft autem quod flabello nihil aliud efficimus, quam aëris commotionem; ergo verè aëris commotio tactu perceptibilis ventus eft. Addidi has voces tactu perceptibilis, quia nempe femper aër etiam dum maximè quietus videtur, aliquam commotionem patitur, quam etiam vifu percipimus, in folari radio per feneftram transmiffo; hanc tamen commotiunculam licet vifu perceptibilem ventum non vocamus: ergo hac voce intelligimus aëris motū tactu perceptibilem. Ita etiam latiuè dicimus flabello fibi ventum facere.

Ex quibus fequitur ventorum materiam effe ipfum aërem, formam autem effe ipfum motum; unde ventus ab aëre non nifi accidentaliter differet, quod mirum non eft, cum pleraque meteora fint mixta imperfecta, quæ tantum accidentaliter ab iis corporibus differunt ex quibus producuntur.

Videtur quidem Ariftoteles effe in contraria fententia, qui dicit effe inconveniens & contra communem fenfum, quod vocetur ventus quotiefcumque eft aëris commotio, ut dum aliquis movetur aërem commovet, nemo tamen dicet flare propterea ventum; ergo ad hoc ut dicatur ventus requiritur aliud, ficut non dicitur fluvius etiamfi magna aquæ copia moveatur, nifi detur aliquod principium quod talem fluxum aquæ perennet.

Hæc tamen altercatio in quæftionem de nomine degenerat, ventum voco ipfam perennem aëris commotionem, principium autem à quo talis commotio procedit non effe formaliter ventum contendo, fed tantum ejus caufam. Sicut fluvium diftinguimus à fonte licet nullus fit fluvius qui propriè vocetur hoc nomine, qui fontem non habeat, unde aqua fluens fi perennis non fit dicetur torrens.

Videtur autem Ariftoteles exiftimare fimul cum aëre commoto mifceri exhalationem, quæ aërem ipfum fecum trahat, ideò non potuit fimpliciter aëris commotionem ventum vocare, quia tamen controverfum eft, an in omni vento talis exhalatio inveniatur. Ideò potiùs definitio tradenda fuit, in qua omnes convenirent quam quæ uni tantum opinioni effet accommodata.

Dico primò multos ventos dari poffe, qui in fola aëris commotione pofiti fint, fine ulla admixtione exhalationis ullius.

Probatur. Dum in camino accenditur ignis, fentitur ventus fatis validus ad januam, aut feneftram cubiculi, præcipuè fi parvum fuerit: qui ventus tamdiu perfeverat, quandiu continuatur ignis in camino: fed in tali vento nulla eft exhalatio admixta: ergo nonnunquam datur aliquis ventus fine ulla exhalatione admixta, fi enim ventus hic admixtam haberet exhalationem: effet ea quæ ab igne procederet; fed hanc non habet admixtam. Si enim exhalatio ab igne procedens hunc ventum cieret, egrederetur per januam, fed ventus in contrarias partes fertur, & ingreditur cubiculum: ergò nihil habet admixtum. Ita autem fe res habet: ignis partes ligni attenuat, & in exhalationem aëre leviorem commutat, & cum aër non poffit facilè defcendere ad extrudendam eam exhalationem, aliunde ingreditur nempe per januam, & exhalationem furfum extrudit.

Idem evenit dum incenduntur agri, aut arundineta paluftria, excitatur ventus fatis vehemens ad locum incendii accurrens, qui ventus admixtam non habet hanc exhalationem, quia loco incendii potiùs fpiraret ventus.

Pariter dum alicubi pluere incipit excitatur ventus ad partem in qua fit pluvia, delatus, quia cum derepente infrigidetur aër in ea parte, minoremque locum occupet, debet alius undique accurrere, ut in locum ejus fubftituatur, nempe cum ibi aër infrigidatus minus compreffioni ab alio factæ refiftat, debet neceffariò ab alio aëre in anguftias redigi, quod fieri non poteft fine aëris commotione.

Quartò dum calefit æolipyla femiplena aqua, expirat ventum fatis validum per femihoram integram: fed in tali cafu, nulla eft exhalatio permixta, fed folus vapor, qui majorem fibi locum quærens aërem propulfat & commovet, quare datur ventus, licet nullā exhalationē permixtam habeat; Idem dico de cavernis, in quarum aditu fentitur ventus, in his autem cavernis, five aër condenfetur, & externo aëri locum faciat, five per calorem telluri innatum aquæ latentes in fpiritum abeant, femper fequitur fine exhalationibus ventum produci poffe, atque adeò eam non omnia venti materiam.

Non eft etiam dubium quin exhalatio aut accenfa, & fubita rarefactione fe extendens poffit etiam ventos validos producere: experimur enim nitrum accenfum in ventofam exhalationem commutari, ita à pulvere pyrio dum accenditur erumpit validiffimus ventus, idem etiam in aliis exhalationibus fubitò rarefcentibus contingere probabile eft. Excepta autem fubita rarefactione vix puto etiam in ipfis exhalationibus vim ullam effe motivam. Ponere enim quod exhalatio ubi feparata eft à vapore vim motivam habeat; hoc non fatis percipio, nifi deorfum cadat, fi fuerit aëre gravior, aut furfum enitatur, fi aëre levior fuerit. Si verò fubitò condenfetur, aut rarefiat, fatis intelligo quod in eam partem feretur, in qua minorem inveniet difficultatem, feu quæ minus ejus expanfioni refiftet.

Quod verò dicitur ventus exficcare, quod proprium eft exhalationis, quæ calida eft & ficca. Dicendum eft primò, multos ventos humidos effe, & humefacere. Venti autem exficcant, eò quòd à corporibus humorem auferant. Et hoc probatur; nam fi quis linteum in ipfo aëre commoveat tam benè exficcabit, ac fi ventus in linteum incurreret. Sicut currendo ventum fentimus, eò quòd

quòd in aërem incurramus : ergo malè hujusmodi exhalatio tanquam causa materialis venti proponitur.

Ex quibus concludo ventum nihil esse formaliter aliud quam perennem aëris commotionem in unam partem, quæ si lenior fuerit aura dicetur; si incitatior, ventus.

Neque verò dum ventum aëris commotionem nomino, eos halitus excludo qui in nostro aëre inveniuntur, qui consequenter cum eo commoventur, & fluunt ; hi enim ut plurimum eandem affectionem in nobis producunt, ac venti, immò ab iis petuntur peculiares proprietates quæ ventis tribuuntur. Quare materia venti, erit tota athmosphæra cum iis omnibus halitibus quos continent, cum ubi cum aëre motum conceperint, sive ab iis ipsis motus oriatur effectivè, sive ab ipso aëre, in ventum, & flatum abire dicuntur, quare & vapores in aëre contenti, & exhalationes terreæ, & siccæ, & aliæ pinguiores, quæ meteororum igneorum pabulum, & materiam subministrant, ut venti materiam, motum verò & fluxum ut formam venti assigno.

PROPOSITIO XXI.

An causa proxima efficiens ventorum sit exhalatio sicca.

Dum venti essentiam in aëris commotione constituimus, & ejus causam effectivam inquirimus, principium aërem ad motum impellens investigamus. Triplicemque ut plurimum opinionem hic examinandam propono.

Prima videtur esse Aristotelis, qui ubi sermonem de ventis aggreditur, ita loquitur cum duplex sit exhalatio, una quæ vaporis plena est, altera fumida ; harum quæ humoris majorem copiam obtinet, aquæ pluviæ : sicca autem ventorum omnium principium & natura.

Ita probant. Plurimi ventorum effectus, non possunt nisi ex vehementi aliquo spiritu prodire, sed commotio aëris ex aliis causis, quam ab exhalatione sicca orta, non oritur ex vehementi aliquo spiritu ; ergo aliqui ventorum effectus tribui non possunt nisi exhalationi tenui, & siccæ. Probatur major. Impetus procellarum, quo arbores, & sylvæ eradicantur, ædificia diruuntur, naves etiam ingentes submerguntur, videntur non posse oriri à sola rarefactione, aut condensatione, aëris, aut etiam à vapore aqueo, sed ab aliquo spiritu accenso, qui in multis effectus pulveris pyrii imitetur. Hæc tamen ratio probat hujusmodi procellas, quas in Mexicano circa æquinoctia frequentes esse dicunt, & vocant *Oragan* non ab exhalatione tantum sicca & tenui, sed etiam pinguiori originem ducere, ea nempe quæ possit in pabulum ignis cedere.

2. Incredibile putat ut venti validi, & longum telluris tractum percurrentes, hebdomadam, & sæpè menses integros perseverent, nisi detur aliqua causa spiritosa, quæ in eandem partem movetur, aëremque perpetuò in eam impellat. Sed ut puto admittendo hujusmodi exhalationem siccam non solvitur magis difficultas, sed aliò traducitur ; à quo enim talis exhalatio motum habet, non à se magis quàm aër, neque enim motum à se movetur, sed tantum aut per rarefactionem, aut per condensationem, quæ igitur causa exhalationem rarefaciet, hæc eadem aut vaporem, aut etiam aërem attenuabit. Ut hæc ratio vim suam obtineret, probandum esset aut aërem ipsum, aut vaporem, non posse sufficienter rarefieri. Quod tamen non probatur hac ratione.

Tertiò effectus præcipui ventorum tribui non possunt nisi spiritosæ alicui substantiæ, siccæ & tenui, non autem vapori, aut aëri : ergo causa præcipua ventorum est talis materia. Probatur minor. Exsiccatio corporum vehemens est effectus aliquis ventorum præcipuus, cum sæpissime magis exsiccet unâ horâ, quam vehementissimus solis radius per plures dies. Pariter dolores capitis, torsiones ventris, aliaque similia ex ventis oriuntur, quæ nec vapori, nec simplici aëris motui tribui possunt.

Non videtur mihi sufficienter probata minor, nempe quod commotio aëris exsiccare non possit, neque enim exsiccatio communiter fit per productionem siccitatis ; sed per oblationem materiæ aqueæ, seu humoris adhærentis. Quod autem simplex motio aëris id præstet, ostendi jam suprà. Si enim quis linteum madefactum in aëre expandat, & agitet, aut currat videbit exsiccari. Immò venti etiam humidi, ut Austri qui nempe secum avehunt humorem, etiam exsiccant, non quidem ea corpora quæ sale abundabunt, iis enim adhærebit humor, sed alia pleraque.

Quartò assignata ut causa ventorum, exhalatione sicca, redditur ratio omnium effectuum, proprietatum, & accidentium quæ in ventis notamus : ergo bene assignata est talis causa.

Nam primò ratio reditur cur anni nonnulli sint pluvii, alii verò sint ventosi prout nempe major copia aut vaporum, aut exhalationum ex terra educta fuerit. Pariter cur una regio sæpè ventosa sit, & vicina pluviis obnoxia, quod vix explicabitur si eadem ponatur, causa ventorum, & pluviæ : ergo diversa poni debet. Certum est causam immò & materiam pluviarum esse vaporem aqueum ; ergo causa ventos ciens, est exhalatio sicca. Non tamen id ita intelligendum est quod ea eadem regione educantur vapores, in quibus pluviæ sunt, nec ex eadem regione educantur halitus illi sicci, & calidi, in qua venti regnant. Nam sæpe pluit in locis arentibus, ex quibus non nisi spiritus sicci educi possunt, & venti regnant in mari, è quo præcipuè vapor ascendit, cum enim omnis halitus mobilis sit, variè circumfertur in varias oras, atque adeò non recidunt semper in eas regiones in quibus nati sunt.

2. Videtur ratio reddi cur post pluvias sint venti, & post ventos pluviæ, quia nempe cum tellus madefacta est per pluvias, facilius cum humore educuntur & halitus sicci, qui sine humore educi non possunt, ita ut illis vapor, sit quasi pro vehiculo, quod in Chymicis sæpissime usurpatur, ut ad educendos spiritus siccos, sæpe admiscendus sit humor, qui dividendo compositum separat partes volatiles à fixis. Hæc tamen ratio non videtur aliquid efficere, quia si simul cum halitu sicco educitur humor, posset tam facilè humori educto, quam halitui tribui productio ventorum post pluviam. Adde quod hæc ratio non ostendit cur statim post pluviam sequantur venti, oportet enim expectare donec, rursus ascendat vapor, & ab exhalatione separetur, non ascendit autem vapor nisi à sole calefiat : ergo prius sol lucere deberet,

beret,

beret. Deinde ventus ille qui pluviam sequitur aliunde advenit, quare magis convenienter dicendum foret, quod exhalationes ante pluviam admiscebantur cum vapore, quare injectis quasi compedibus motum ita facilem habere non possunt, dum verò decidente pluvia separantur jam motum concipere possunt. Hoc quidem communiter in ea opinione dicitur; sed quia non admitto, quod hæ exhalationes ullum motum habeant nisi per rarefactionem, aut condensationem, non mihi satisfacit hæc ratio.

Datur quidem ratio cur vento cessante sequatur pluvia; quia nempe quamdiu ventus vehementior spirat, hoc motu impedit quominus pluvia concrescat & decidat.

3. Aristoteles putat rationem reddi in hac opinione; quare venti polares, nempe boreales & Australes, & vehementiores, & frequentiores, sint orientalibus, aut occidentalibus. Quæ quidem observatio verissima est in regione, in qua habitabat Aristoteles, nempe in Græcia, & in Archipelago, nempe in quo tota æstate regnant venti boreales, hyeme Australes. Nam in zona torrida plerumque spirant orientales, & aliquando occidentales, rarò & polares: quorum postea rationem reddemus. Dicit igitur quod vicissimdo annua sit accessus & recessus à polis. Cum igitur magis ad polum boreum accedit, ex iis partibus, quæ prius gelu rigebant, sol educit halitus qui in ventos resolvuntur, quare æstate spirant boreales venti; cum verò sol ab eo polo recesserit, & versus alium processerit, paucissimos halitus ex borealibus partibus educit, plures ex australibus; ideoque regnant australes venti. Sed hæc ratio non magis probat de exalatione quam de vapore.

Probatur quintò. Cœli rubedo signum est venti; sed rubedo non est in vapore, sed in exhalatione, quæ tunc ita libera est à vaporibus crassis, ut facilè & brevi in flatum resolvenda sit. Fit enim ventus cum corpus tenue circa terram agitatur; exhalatio autem est corpus tenuissimum.

Hæc ratio bonam conjecturam continet, ostenditque quod nubes illæ crassiores, & nigræ non sint causa saltem proxima ventorum, forsitan eò quòd radios solares arceant, simulque totæ non possint rarefieri. Et quod aliæ rariores sint aptiores ad rarefactionem non tamen sufficienter probatur has nubeculas rubeas, esse exhalationem siccam. Puto enim quod vapor dum tenuis est, & non confertus, possit hanc rubedinem exhibere, quæ non tam est color ipsius exhalationis, quàm à sole refractus.

Nonnulli malè adducunt in confirmationem hujus sententiæ, exemplum Columbi, qui cum non longè ab America versaretur, eam tamen non videret, ex ventis illinc spirantibus, maximos ibi esse telluris tractus judicavit. Ipsi enim volunt quod ex validissimis ventis id indicaverit, quasi validiores sint venti terrestres, quam marini, eò quòd à terreis halitibus procedant, qui cum sint calidi, & sicci, ventum validiorem procreent. Res autem non ita se habent, nec dicitur ex vento validiore id cognovisse, sed simpliciter ad primam auram quæ ejus genas afflavit, id deprehendisse. Cum enim esset in sua arte peritissimus, ex tactu ipso, & qualitate venti, imò ex olfactu distinguere poterat ventū terrestrem, à marino, quod vel mediocres navarchi satis cognoscūt.

Probatur ergo sextò ab eodem Aristotele præcipuè contra eos qui ita volunt in sola aëris commotione sitam esse ventorum naturam; ut halitus nihil efficiant. Certum est copiosiores esse ventos ab una parte quam ab alia, sed si halitus nihil in vento efficeret, non esset potior ratio cur potius ab hac parte, quam ab alia; ergo halitus aliquid efficit. Probatur minor. Adest ubique aër, sol eodem modo se habet, quare vel ventus orientalis semper spiraret, vel semper aliquis alius. Varietas ergo ventorum quæ tanta est in zonis temperatis, ut nulli regulæ universali subjaceat, ostendit petendam esse hanc diversitatem ex varietate halituum, qui in his regionibus quam in aliis frequentiores exprimuntur, & à montibus, sinubus, aliisque locorum circumstantiis retinentur, impelluntur, reflectuntur.

Hæ sunt rationes præcipuæ, quæ exhalationibus calidis, & siccis ventorum vim motivam tribuunt, restat tamen præcipua difficultas, quomodo aërem moveant in transversum, & cum nullum immotum, alteri motum dare possit, præcisè, & immediatè, quærendum restat quomodo ipsæ exhalationes motum concipiant. Et primò quidem statuit causam motus transversalis ventorum, non in ipsa terra, sed in superioribus quærendam esse, eò quòd exhalatio è tellure motum habeat sursum tendentem, nempe motum à levitate ortum. Ergo si postea alium habet is prope tellurem non est; quærendus igitur est in superioribus. Quænam autem sit hîc quærimus, nempe quænam sit causa movens oblique exhalationes.

Ratio difficultatis est, quod in rebus inanimatis sola facultas motiva videatur esse gravitas, aut levitas, quæ tamen obliquè non movent.

Circa hoc punctum in varias abivere sententias Philosophi, quas hîc recenseo, & refello. Nonnulli censuerunt à Deo, aut Angelis moveri ventos, & afferuntur satis expressa Scripturæ loca, quibus hoc probetur, & multo expressiora, quam quæ pro immobilitate terræ communiter proferuntur. Quamvis autem Deus & Angeli, ut Sanctorum orationibus annuant, sæpe ventos aut sedent, aut excitent, sicut & magi, ut dicuntur nonnulli esse, qui ventos vendant, pileo evocent, & Rex Æolus alias eos in utre tradebat. Quamvis item videatur paritas institui posse cum Angelis cœlorum motoribus, nihilominus in rebus physicis & corporeis ad causas spirituales recurrere, indignum Philosopho censetur. A Deo quidem petimus ventos, sicut & pluviam, licet non negemus propterea vim activam rerum corporearum.

Mitto eorum sententiam, qui ventum dixerunt esse telluris respirationem, in qua sententia videtur esse Keplerus qui totam similitudinem prosequitur, dumque tellurem magnum animal agnoscit, nos tanquam pulices in ejus cuti inhærentes efficit.

Prima sententia quæ non ita absona videtur, eorum est, qui volunt exhalationem absolute terream esse, & eodem modo, quo vapor sublato extrinseco agente se ad pristinum frigus reducit, & recidit; ita etiam exhalatio idem efficiat, & relabatur in terram, motum tamen obliquum habeat ab aëre qui circulariter movetur raptus scilicet à cœlo. Hæc tamen inter se non cohærent, quia primò falsum est, quod aër rapiatur à cœlo, secundò si raperetur à cœlo in Occasum tantum tenderet, motumque tantum in Occidentem exhalationi tribueret.

Secundò pessimè alii ad æquilibrium recurrunt, nempe cum in exhalatione terrea gravitatem agnoscant, levitatem ab extrinseco calefaciente ipsi collatam volunt, ut dum hæ duæ facultates æquales erunt moveatur in transversum, quod non sequitur, sed tantum, ut quiescat eo modo quo nubes in aëre pendulæ. Unde quamdiu exhalatio levior erit aëre ascendet, dum fiet gravior rectà descendet, dum erit æquè levis in specie ac aër, immota permanebit. Non melius ratiocinantur qui ad partium heterogeneitatem recurrunt, nempe quòd aliquæ exhalationum partes sursum tendant, aliæ graviores deorsum ferantur, & ex hac diversitate motuum oriatur mixtus, obliquus, & transversalis. Nam ex mixtione motuum oritur tertius, quoties omninò contrarii non sunt: si verò sunt contrarii, & æquales, sequitur quies.

Fromundus & alii volunt quod exhalatio refrigerata, vi gravitatis descendat, quia tamen in descensu occurrit aliis exhalationibus ascendentibus, immò & aëri graviori, & crassiori obliquat cursum. Sed non facilè concederem exhalationem eductam se reducere ad pristinum frigus & hoc modo innata virtute descendere. Sic enim eius natura frigida esset, quod tamen non videtur facilè concedendum. Hanc enim exhalationem volatilibus spiritibus, arte chymica eductis simillimam esse existimo, qui nisi ipsis admisceatur aliquid fixum, quo contineantur, & quasi vinciantur, ad priorem crassitiem nunquam reducuntur, etiam quocumque externo frigefaciente adhibito.

Nec dissimilem puto esse Cabæi explicationem, quâ contendit exhalationem vi caloris levem redditam, vi impetus acquisiti altius ascendere, quam ferret eius natura, eo modo, quo in pendulis observamus, ex quo fit ut sensim remittente impetu, rursus descendat, & quasi fluctuet. Qui descensus & ascensus non est semper ad perpendiculum directus, eò quòd debeat disjici aër, qui non potest rectà descendere, eò quòd alius occurrat aër & ipsa terra, quare potius ad latera propellitur, & cum exhalatio sit valdè mobilis, hunc motum facilè sequitur. Ideoque hic motus transversalis videtur tantum ex accidenti provenire. Non tamen puto quod tantus possit impetus ab exhalatione recidente, aut fluctuante produci, quantum in vento experimur. Si enim pluvia licèt magno impetu descendat, validam tamen non producit in aëre agitationem, multò minus exhalatio quæ tenuior est.

Quare alium proponit modum explicandi, nempè quod exhalatio spiritosa fugiat vaporem, & hac fuga motum concipiat, nempe dum hi spiritus à vaporibus separantur quæ natura sua ad aqueam revertuntur naturam, refugiunt ea vi qua omnia corpora à contrariis fugiunt, eamque viam arripiunt faciliorem, suntque hi spiritus, qui omnes meteorologicos motus efficiunt, sive fulminum, sive tonitruorum, procellarum, & ventorum. Moventur ergo venti in transversum prout faciliorem inveniunt exitum, sunt enim facilè mobiles, & impetu facillimo feruntur, immò dum primò ascendunt, vix unquam rectà ascendunt, sed ut plurimum obliquum cursum ineunt. Conducit quidem ad ventorum impetum explicandum, quod ubi aliquæ partes in unam partem feruntur, secum rapiunt quoscumque alios spiritus, sive ascendentes, sive descendentes, atque hoc modo intenditur eius impetus, & ut exemplo fluminum cum Aristotele utamur, sicut fluvii initio exigui sunt, augentur tamen nova aquarum accessione, ita augentur venti novis halitibus adjunctis.

Hoc tamen principium de fuga contrariorum, est difficillimum. Qui diceret hujusmodi halitus jam liberos ab exhalationibus facillimè in se calorem producere, & cum calore agitationem, huic non absimilem quam in igne præcipuè verò in flamma admittimus, ex quo sequitur rarefactio, & ad majorem locum occupandum expansio. Cum autem in suprema regione frigus sit paulò majus, non quidem descendunt rectà, quia cum aëre infimo sint leviores, ab eo sursum extruduntur; quare mediam aliquam viam arripiunt, quam nempè faciliorem nanciscuntur. Sicut ergo ignei spiritus à circundante frigore adunati, tantum calorem concipiunt ut ignescant in fulmina, quidni & spiritus calidi, liberi à vaporibus adunentur, & ex illa adunatione calorem suum intendant, quem alienis corporibus permixti non poterant, & ex hac rarefactione motum concipiant.

Id igitur videtur habere commodi hæc opinio, quod sic explicata, inveniat rarefactionem aliunde quam à sole immediatè ortam. Nec mirum est quod talis rarefactio ita oriri possit, cum videmus ex eò quòd spiritus ignei intra calcem inclusi, aqua totam calcem subigente, & quasi dividente, libertatem aliquam nacti, & à crassioribus partibus separati, ita agitantur, caloremque producunt, ut totam aquam calefaciant, fumum producant, & ipsi avolent: quidni aliquid tale in exhalatione inveniamus, præsertim ubi à vaporibus fuerit libera.

COROLLARIUM.

Quamvis hæc propositio vera sit ventos ab exhalationibus provenire, nullam tamen attulit rationẽ, quæ vim, productivam ventorum non aliis etiam causis tribueret: quare admitto exhalationes sæpè ventos ciere, non quidem vi gravitatis, ita ut recidendo hunc motum causent, sed vi rarefactionis, sive à seipsis rarefiant; & agitentur, sive etiam à sole, modo tamen subita sit, & copiosa illa rarefactio. Si enim modica materia rarefiat, attollitur potius, quam fluat, & in ventum abeat. Sic sæpè calore nimio sedatur ventus, qui sub nocturnum frigus ingravescit, fitque vehementior, eò quòd frigus magis adunet hujusmodi spiritus. Ex qua adunatione majores vires habeant nempe majorem calorem concipiant, ut videmus hyeme, longè ardentiorem esse ignem, eò quòd spiritus ignei, à circumstante frigore coërceantur, atque adeo non ita dissipentur.

PROPOSITIO XXII.

An vapor possit esse causa ventorum.

Secunda opinio est Methrodori definientis ventum, aquosi anhelitus æstum. Hanc secutus est Vitruvius qui ventum definit, aëris fluentem undam. Dicitque nasci ventum cum fervor offendit humorem, & impetus fervoris exprimit vim spiritus flantis.

Probatur primò à Vitruvio. Ea potest esse causa venti in aëre libero, quæ est causa alicujus venti, de quo dubitare non possumus: sed in æolipila fervor, æstus seu calor vehementior, in humorem

incidens

incidens validum ventum efficit; ergo etiam, in aëre libero æstus in humorem incidens ventum producere potest. Major probatur. Tam benè in aëre libero excitari poterit ventus, ac in æolipila, si adsint omnes causæ eum producentes; sed adsunt omnes causæ, nempe calor, & vapor. Sunt autem æolipilæ æreæ cavæ, hæ aut habent punctum angustissimum, seu foramen, quo aquæ infunduntur, collocanturque ad ignem, & antequam calescant non habent ullum spiritum, simulac autem fervere cœperint, efficiunt ad ignem vehementem flatum.

Confirmatur quia nihil est exhalatu facilius quam aqua, & quod diutius moveatur, nempe quia aqua densior, dum agitatur validè, diutius flatum continuat; sed ad explicandos ventos, requiritur aliqua causa quæ diu perseveret, & quæ ventum per plurimos dies possit continuare.

Probatur secundò. Nisi vapor esset causa ventorum, pauciores essent venti in mari, quam in terra, sed constat experientia in mari multò plures esse ventos quam in terra, ergo vapor potest esse causa ventorum. Neque enim omnes venti qui in mari spirant è terra veniunt, sed in alto mari à peritioribus nauclcris benè distinguuntur marini à terrestribus. Probatur sequela. Multò plures educuntur vapores è mari quam è terra, & vicissim plures exhalationes è terra quam vapores, ergo si sola exhalatio esset causa ventorum, plures spirarent venti è tellure, quam è mari.

Tertiò. In his regionibus plures sunt venti dum plures vapores educuntur, nempe vere primo quo colliquescunt nives, tunc maximè sæviunt venti boreales, ergo hæc nivium solutio, multùm confert ad productionem ventorum, nisi enim esset causa ventorum nullo modo ad eorum productionem conferret.

Quartò. Loca siticulosa, & arentia ex quibus vapor non educitur, ventum non emittunt. ergo signum est vaporem aliquid circa ventos efficere. Refert Dighæus cum esset classis Anglicanæ præfectus, & esset vicinus Ægypto, & de reditu cogitaret, cum reliquis navarchis consuluisse, quæ via esset tenenda, prævaluit ea sententia quæ ferebat via brevissima redeundum esse, nempe legendum Africanum littus. Ipse vero à reliquis dissentiebat, eò quòd littus Africanum ab Ægypto Tunetum usque siticulosum esset, nullumque propterea ventum emissurum, quod & accidit, duobus enim ferè mensibus ob perpetuas ferè malacias vix illud emensi sunt iter, quod si non nihil ad Septentrionem deflexissent, intra paucos dies perfecissent.

Hæc tamen ratio non omninò convincit, eò quòd dicatur vapor esse exhalationis vehiculum, ideoque nulla emittatur exhalatio, ubi nullus assurgit vapor. Certum est tamen quod quoties confertus est vapor, multusque simul, tunc potius in pluvias mutatur, quam in ventos, cum vero non est multus simul, facilius calefieri potest, ad hoc ut in flatum habeat.

Quintò. Multis experientiis probo vapores etiam cum primum educuntur, si vehementius incalescit, ventos generare. Certum est quod quoties pluit in Delphinatu, & Sabaudia, toties in Provincia, & Avenione fiunt venti vehementissimi. Id autem satis explicari non potest quin humor, etiam dum educitur, ventos generet, ergo vapor ventos generat. Probatur minor. Improbabile est quod cum pluvia cadit, ita fecernantur exhalationes, ut tunc primum suum effectum habeant, sed melius meo judicio dici posset quod si dum vapor frigescit inveniatur cum exhalatione permixtus, etiam & ipsa cum pluvia descendat. Et de facto pluvia multùm habet sedimenti, agrosque non tantum irrigat, sed etiam pinguefacit. Idem etiam & multò magis de nive dici debet, quæ multas exhalationes producit. Crediderim etiam pluviam dum cadit, ventum generare aliquem, non quidem in eo loco in quo decidit sensibilem; sed in locis paulò remotioribus, vires enim eundo acquirit, eò quòd etiamsi pars una aëris non multum moveatur, dum tamen alia, atque alia instat, motus tandem potest esse sensibilis. Id in mari communiter videmus, quoties alicubi pluere videmus toties ab ea parte ventum expectamus. Secundò dum denuo elevatur vapor si simul multus ascendat, fieri non potest, ut ventum non generet. Cum enim aqua fit vapor occupat locum millies majorem; ergo è suo loco aërem deturbat; quia tamen etiam dum vapor est, non est ab initio toto aëre levior; sed tantum per gradus attenuatus, ideò non ascendit; sed ad latera aërem propellit, & cum semper alius atque alius vapor educatur, tandem incitatur ille motus, ita ut si in aliqua tota regione erumpat multus vapor, id fine vento fieri non potest.

Id autem multis experientiis comprobatem nam in multis locis ros ipse qui nocte decidit, ventum emittit satis vehementem, ita singulis diebus ventus emittitur è Troade in mare vicinum, quia ad tres aut quatuor horas satis vehemens perseverat, totusque derepente deficit, ibi autem nullam exhalationem, sed simplicem rorem animadvertimus. Idem referunt de parte meridionali Cretæ Insulæ, quæ æstate singulis diebus boream emittit ad quatuor, aut quinque horas satis vehementer spirantem.

Nulla ferè regio est inquit Seneca quæ non habeat aliquem flatum intra se cadentem & circa se nascentem. Verbi gratia in Narbonensi Provincia ad Malignonum montem ventus nascitur qui declivitatem ejus non excedit. Pariter in inferiore Delphinatu oppidum est Nioonium dictum; prope quod ventus nascitur singulis æstivis diebus, Punthius dictus ab accolis: qui latitudinem unius milliaris non excedit. Hic à borea flat summeque salutaris est, verè & autumno hora quartâ matutinâ incipit desinit circa meridiem, æstate ab aurora ad octavam, hyeme à media nocte ad decimam. Hic ventus alteri causæ melius tribui non potest, quam rori aliisque vaporibus ex his locis continuò erumpentibus. Multus essem si singulos vellem referre ventos regionarios, qualis est Embatis qui Smirneum sinum ingreditur, oriturque æstate cum Sole, intenditurque continuò ad vesperam usque.

Notavi in plurimis locis præcipuè in Insulis Archipelagi dum esset tranquillitas magna, ventum à plaga in qua Sol esset spirare, ita ut manè orientalis esset, qui simul cum Sole meridianus fieret, tum sub Solis occasu, ab Occidente spiraret.

Restat tamen difficultas quomodo vapor in flatum mutari possit. Certum est vehementiorem calorem ex aqua non tantum vaporem efficere, sed etiam ita eam attenuare posse ut in flatum vehementem mutetur, hoc æolypilarum exemplum satis ostendit, & ad hoc genus revocari possunt

 venti

venti qui ex cavernis continuò expirant, qui licet initio satis lenes videantur, possunt tamen vehementius incitari, eò quòd nova semper sufficiatur materia. Mutatur enim aqua sub iis latens in ventum, & cum per occultos meatus nova semper subministretur, nunquam hic flatus intertumpitur. Ad hunc modum revocantur illi omnes venti regionarii, qui ex pluviis aut nivibus liquatis oriuntur. Nempe à calore solis attenuatus vapor, antequam ascendat, fiatque nubes, sæpè aërem agitat, & ventum ciet: crediderim tamen vaporem confertum, & adunatum in nubem vix posse denuò in ventum mutari, sed in pluviæ materiam cedere.

Secundus modus erit si vapori tenui permixta sit plurima exhalatio, poterit hunc vaporem magis ac magis attenuare, ac in flatum resolvere. Si enim exhalatio in calce contenta potest etiam aquam in vaporem mutare, quidni poterit exhalatio in nube contenta, si prævaleat, & calorem concipiat, non tantum ipsa magis ac magis attenuari, sed etiam vaporem ipsum.

Alii inter quos Gassendus qui vaporem tanquam causam ventorum agnoscit, hanc rationem init, nempe ut duplicem in halitu aërem commovente materiam agnoscat, unam communem & quasi substratam, alteram verò specialem, & quæ ventorum discrimina faciat, nempe si illi corpuscula frigida, aut calida misceantur, ventus frigidus aut calidus existet. Non videtur autem ulla materia cui potiùs id muneris tribuatur quam aqua.

Primò quia exhalatu facilis est, ubique invenitur, & præcipuè sub terra ubi calor invenitur, ita ut si sit aliqua regio siticulosa quæ humore careat, venti etiam sit expers. Quia autem venti sunt calidi, aut frigidi putat hunc calorem, aut frigus humori imprimi ex variis salibus permixtis. Ita videmus salnitrum aquæ immixtum tantum frigus aquæ tribuere, ut facilè in glaciem abeat, spiritus autem aluminis glaciem facilè dissolvunt, eique teporem tribuunt. Quare venti calidi producuntur quando simul cum vaporibus spiritus ammoniaci, & aluminosi ascendunt, frigidi verò cum spiritus salinitri, salisque communis.

Hæc quidem ratio valeret aliquid si venti materia esset humor, sed posuimus tantum esse causam, ita ut vapor non sit in toto illo spatio in quo est ventus, sed tantum aërem agitet. Quare puto probabiliorem posse causam afferri, nempe quod etiamsi ventus solum aërem haberet, si transeat supra locum arentem & calidum, secum avehat spiritus calidos, si supra nives, & loca rigentia sit frigidus. Nihilominus tamen hæc quam reddit de salibus ratio, probabilitatem aliquam habet. Nam ideò dici possunt omnes venti è mari procedentes frigidi, eò quòd vaporem admixtum sale communi contineant. Boreas Smirnis calidissimus est, licèt Constantinopoli, & in freto Gallipolitano sit frigidus, eò quòd supra Troadem quæ arenosa est transeat.

Quærit deinde cur venti frigidi serenitatem inducant, calidi eam conturbent; voluit quidem ex istis salibus aliquam rationem reddere, quàm satis non percipio. Puto veram rationem esse quod calidi ex zona torrida veniant, in qua præcipuè nubes procreantur, & educuntur à sole, illæ vehementios, utpote perpendiculariter agente, deinde in decursu semper vaporem excitant, & è terra ipsa educunt, ex quo sit ut vires acquirant, & in decursu augeatur. At verò venti frigidi cum à Septentrionalibus partibus veniant in quibus non procreantur nubes, adventitias statim remittunt, & cum superficiem terræ frigore indurent, non eliciant alios halitus, quare non augentur in decursu sed potiùs minuuntur.

Quærit exinde unde tantus oriatur ventorum impetus, tamque diuturnus, qui tantus videtur non esse, in ipsa prima eruptione; qui enim regionarii sunt, ut memoratus Ponthias, alius ad montem ventosum non longè ab Avenione, aliique quamplurimi, in ipso exortu quam lenissimi deprehendantur. Ipse credit talem impetum ex salium agitatione provenire. Probat autem sales irrequietos esse, ex eo quòd vasa terrea permeent, præcipuè verò nitrum, quod supra prunas positò statim agitationē concipit, & in flammam abit. Spiritus igitur salium, præcipuè verò nitri, ubi exilierunt in libertatem, partes aëris commovent, quæ, quidem initio motum lentum concipiunt, moventur tamen, & cum continuò urgeantur, motusque præcedens perseveret, tandem ad motum concitatissimum perveniunt, & quo confertiora sunt corpuscula quæ ictus suos multiplicent, & repetant. Hic tamen modus explicandi licet bonus, videtur opinionem prius positam deserere, sic enim non tam vapor erit ventorum causa, quam exhalatio vapori permixta. Nihilominus utrumque pro parte sua aliquid conferet, quod vaporis partes salium partes penetrent, dividant, & quasi exolvant, ut accidit in calce, quæ aqua macerata, commovetur, & in fumum calidissimum abit.

Quærit deinde quare venti cursus circa terram potiùs feratur, quam sursum tendat, aut deorsum, dicitque rationem forsitan esse quod ventorum corpuscula neque sursum tectà è terra prosiliant, neque omnia sursum prosilientia, aëris partes pulsent secundum suos axiculos, & quasi centra gravitatis, ideò videtur fieri aliqua dissultantia in latera. Hæc tamen ratio nihil continet nisi verba, hoc enim ipsum dicit quod quæritur. Recurrit exinde ad positum specuum subterraneorum, & in exm tem montem apud Lausonem in Provincia perforatum refert, qui simul ventum borealem, & australem emittit. Poterant aliæ rationes ab eo afferri; cum enim mobiles illi halitos se extendunt cum aër desuper incumbat, cum non possunt ita facilè sublevare, atque adeo in obliquum feruntur. Vel melius dicendum est exhalationem illam quæ movetur, in ea parte aëris moveri, quæ ejusdem cum ea fuerit gravitatis specificæ, ita sæpè vento in diversa delatos observamus, nubesque superiores non semper eandem cum inferioribus viam inire, sed sæpe contrariam. Sed de hoc jam diximus supra.

Ex hoc deduco aliquod principium motus novum afferri, nempe spiritus salium, qui perpetuò agitentur, adjunctumque humorem simili agitatione commoveant. Hactenus enim humoris rarefactionem à solis calore ortam agnovimus, aliam supra retulimus nempè quod exhalatio sicca dum adunatur, nonnunquam inflammetur, aut saltem maximum calorem concipiat, hic aliud principium proferimus, quod spiritus salium semper sint irrequieti, præcipuè, dum ab humore à crassioribus partibus separantur.

PROPO

PROPOSITIO XXIII.

An aër sine ulla vapore, aut exhalatione moveri possit in ventum.

Certum est in zona torrida perpetuum spirare subsolanum, seu orientalem ventum quem soli motui telluris tribuere voluerunt nonnulli. Primóque occurrit Rhoault qui dum secundùm principia Carthesiana ventum orientalem perpetuum sub zona torrida adstruere conatur, ventum potius occidentalem inducit. Sic enim ratiocinatur. In omni vortice circa centrum suum in orbem circumacto, hoc solemne est ut partes propiores centro intra minus tempus suam circulationem absolvant, quam quæ ab ipso sunt remotiores, ita in magno vortice circa solem circumacto ipsa solis superficies, maculæque ipsi adhætentes intra 27 dies circiter suum orbem absolvunt, Mercurius intra 4 menses, Venus intra octo. Tellus intra annum, Mars intra biennium, Jupiter intra 12 annos, Saturnus intra 30. Stellæ fixæ intra plura annorum millia suas circulationes absolvunt, pariter Jovis satellites, prout ab eo removentur, majus tempus requirunt, ut illum circumeant. Ita in peculiari telluris vortice luna quæ remotior est, intra 27 dies circumvolvitur: ergo materia primi & secundi elementi telluri circumfusa, ita se habebit, ut quæ æquatori vicina, paulò tardius moveatur quam quæ polis propior, minores circulos describit. Et cum tellus ab hac materia circumferatur, nec ita tardè movebitur, ac quæ æquatori imminet, nec ita celeriter ac quæ versùs polos jacet, quare ventus Orientalis perpetuus erit, cum materia æquatori vicina tardius ad Orientem feratur quam ipse æquator. Refellitur tamen hæc opinio ex circumstantiis hujus venti, qui Sole tropicum cancri percurrente ad trigesimũ usque gradũ pervenit latitudinis borealis; Sole verò in tropico capricorni constituto, vix ad paucos grad latitudinis borealis, perveniat: falsitas autem hujus hypothesis manifesta videbitur in mari Indico, ventus enim ille Orientalis vix unquam paucis gradibus æquatorem transcendit. Secundò in borealibus ventus Occidentalis æquè deprehenderetur ac Orientalis inter tropicos, quod tamen falsum est, cum in zonis temperatis incerta lege currant venti.

Tertiò omni tempore extra tropicos sentiretur hic ventus Orientalis, quia paralleli parùm admodum decrescunt, ita ut differentia inter æquatorem sit modica, deberetque hic ventus Orientalis esse sensibilis ad sexagesimum usque gradum latitudinis; est enim parallelus magnitudine medius inter æquatorem & polum, alia multa dici possunt contra hanc rationem explicandi quibus supersedeo, qualis est, quod hic ventus Orientalis decrescere deberet prout ab æquatore recederetur, donec fieret æqualitas.

Ad generalem hunc ventum explicandum eâdem viâ procedendum puto, quo in explicando fluxu illo generali aquarum ab ortu ad occasum usi sumus. Certum est solem calore suo ratefacere posse aërem, multóque facilius quam aquas. Experimur enim in thermometris aërem ad minimum caloris afflatum dilatari, ergo dilatati aëris superficies fit altior reliqua, & cum motus fiat ab altioribus ad decliviora, fitque altior ea superficies aëris cui sol imminet actu, aut cui paulò ante imminebat, decursùs fit in Occidentem, & quamvis initio esset exiguus iste motus, decursu tamen validior evaderet, sole semper urgente; quamvis item hic motus à superioribus incipiat, inferiori tamen aëri communicatur, adde fluxum etiam aquarum aërem incumbentem prolectare, & ad cursum incitare.

Secundò explicari potest per simplicem aëris expansionem, nempe cum aliqua pars aëris de novo radiis solaribus perfunditur, dilatatur, majoremque occupat locum; ergo alium aërem propellit, non Orientalem, qui & ipse dilatat se, & à radiis solaribus in eodem raritatis statu detinetur, ergo Occidentalem. Possunt ad id conferre vapores nocturni, qui ad multò majus spatium ampliari possunt, quam aër qui jam natura sua rarus est. Supposita autem tali determinatione ad occasum, vaporea è mari educti, spiritus item salidi, qui causant æstum, in mari, & in aëre ventos ciere possunt, eandem viam arripiunt. Hunc modum explicandi confirmat experientia, quâ constat tempore tranquillo etiam in zonis temperatis; manè cum solis exortu auram afflari tenuem.

Multò incitatior est iste motus, quam fluxus aquarum, quia aqua difficilius movetur quam aër, qui mobilior est. Adde quod inæqualis sit maris fundus, multisque sæpè syrtibus, rupibus, scopulis impeditus, quæ omnia eius cursum non parum remorantur, aër supra æquabilem maris, superficiem decurrit.

Adde quod aër non ita impingat in littorá Americæ, sicut aqua, quæ tota sua mole illa verberat, ideoque aut in boream, aut in Austrum declinare cogitur. Ar verò aër ulterius progreditur: hinc benigni illi flatus, qui Brasiliam, Insulam Sancti Laurentii, & Africæ Orientales partes interdiu afflant, calotemque immodicum temperant; Sole verò Occidente ut plurimum aër ad maria refluit, locum cedit terrestribus ventis, qui tamen totum Oceanum non pervadunt. In prædictis locis continentia hora nona ad solis occasum perdurat subsolanus, in medio tamen mari minus interrumpitur à terrestribus ventis. Hæ omnes circumstantiæ prius positam opinionem de telluris motu hunc ventum ciente infringunt.

Aliqua tamen venti Orientalis pars, ubi ad littora Americæ ventum est, simul cum aquis abducitur ad Austrum, & boream, præcipuè verò ubi altiores occurrunt montes, cum tam benè à montibus sistatur aëris cursus, quam aquæ. Quare cursum aquarum comitatur ut plurimum ventus, hinc ultra tropicum non regnat hic ventus cum versùs Floridam cursus aquarum ad Septentrionem dirigatur, ibi etiam perpetuo regnant austri, aut Austrozephyri, qui in Americæ Septentrionalis littoribus vigent. In Hispaniæ, Galliæ, Italiæ littoribus frequentiores sunt venti Occidentales.

Neque verò medium Zonæ torridæ ubique hic ventus occupat. Cum enim ut plurimum ventus sequatur cursum maris, ab eoque ad talem, aut talem cursum determinetur, aut ab iisdem causis ut plurimum, quibus maria repelluntur; ventorum cursùs coercentur, inde fit ut quia mare Indicum plus deflectit ad Austrum quam ad boream, & propterea, in maris cursus ad occasum suam restitutionem habeat, nonnihil ad Austrum recedit, relinquitque spatium prope Africam, & Asiam, cursui contrario. Idem etiam huic vento accidit, nempe circa æquatorem, vicinosque tractus ad Austrum viget hic subsolanus; at verò circa

circa prædicta littora contrarius zephirus, aut zephiro Auster spirat.

Habent item hi venti suam periodum annuam prout nempe sol ad Austrum, & boream declinant.

Nonnulli hoc vento communi Orientali scilicet, in zona torrida, aut eius contrario in temperatis, omnem ventum explicare conati sunt, qui præcipuè suam originem ex Oceano duceret: sive quia vapor qui copiosior ex eo educitur, majoris extensionis esset capax, quam simplex aër, sive quia, etiam ex mari simul cum aquis educitur exhalatio, quæ in eo æstum producebat, & in aëre ventos efficiat. Quæcumque tamen sit hujus rei causa, existimant nullum ferè ventum terrestrem esse, sed ventum hunc communem, verbi gratia, Orientalem in torrida, ubi terras inundavit sole sub horizontem se condente, nempe cessante causa, quæ aërem dilatabat, illam subsidere, & ad locum suum reverti, hincque terrestres ventos esse. Qui sæpè prope terras ex accidente vehementiores essent quam in mari. Hæc tamen opinio peculiaris est, unumque ferè tantum Vossium authorem habet. Dantur enim terrestres venti qui brevem aliquem tractum percurrunt.

Verissimum tamen est quod hic subsolanus in Zona torrida multùm faciat ad temperandum calorem, inducendamque fertilitatem; quare ex omnes terræ quibus hic subsolanus universalis à mari advenit temperatissimæ sunt, eò quòd secum vapores avehat frigidamque auram; illæ verò quibus hic subsolanus à terris advenit, maximo torrentur æstu, eò quòd secum deferat calidos halitus. Quare tota Africa exceptis iis regionibus quæ fluminibus abundant, humorem subministrantibus, hunc que subsolanum humidum reddentibus, aliæ omnes maximo torrentur æstu. Quare regna Gualatæ, Arguyoi, Hodeni, Genehoæ, regio Jalofforum, tota pene Guinea, Beninum maximo torrentur æstu, sicut & Arabia. Excipiuntur tamé ea loca in quibus altissimi montes, hunc terrestrem subsolanum omnia comburentem coercent, sicut & accidit Peruviæ quæ licèt ventum subsolanum haberet terrestrem, quia tamen montibus impeditum vix excipit, ideò temperatissima evadit.

In Zonis temperatis aliter se res habet, nam venti marini hyeme præsertim calidiores sunt, & terrestres frigidi; ratio est quia mare respectu regionum Zonæ torridæ subfrigidum censeri debet propter humorem quo abundat, respectu Zonæ temperatæ calidum est propter salsedinem spirituſque inclusos. Sæpè autem notavi quod hyeme aqua marina teporem habeat, & difficillimè congelerit.

Hæc analogia venti istius communis, seu subsolani in Zona torrida, & zephyri in aliquibus partibus Zonæ temperatæ, cum simili fluxu aquarum Oceani potest aliquo modo rationem reddere cur certis temporibus, oriantur tempestates, ex præcipuè quæ Oracani dicuntur, quæ communiter versùs Americam accidunt dum fiunt marium conversiones. Nempe maria quæ priùs ad boream fluebant, ad Austrum se convertunt, nempe dum sol fermè à tropico æstivo ad æquatorem, fitque vicinus æquatori, venti enim sicut & aquæ motare debent fluxum, quæ motatio fieri non potest sine aliqua vi, & conflictu.

Sed ut propositam quæstionem solvamus, nempe utrum aër possit esse causa ventorum, nempe dum rarescit, aut condensatur, quamvis quæ dicta sunt de subsolano, videantur probare ex sola rarefactione aëris oriri posse ventum. Quia tamen ubi maximè viget hic subsolanus perpetuus, plurimi sint vapores ex mari educti, & nesciamus an in locis longius à mari dissitis vigeat idem subsolanus, præsertim in locis aridis, & siticulosis, adhuc non probatur sufficienter, quod solus aër rarefactus ventum concitet. Neque enim existimandum est quod hic ventus Orientalis totum orbem circumeat, interrumpitur sæpè eius cursus, oppositione montium ut in Peruvia accidere dicimus. Quare videndum esset, an in locis in quibus intercluditur aditus vento Orientali, extrinsecus advenientc, an inquam in iis regionibus, siticulosis, & arentibus de novo generaretur, si enim in Peruvia nullus sit ferè ventus Orientalis, nec ab ea ullus talis procedit, dicendum foret solum aërem, rarefactum licèt, non posse esse causam ventorum.

Quare concludendum puto solam aëris rarefactionem aut condensationem modicum tantum, & lenem posse ventum producere, eò quòd cum jam aër sit valdè rarus ex sua natura, non potest admodum calore rarefieri, & occupare moltò majus spatium. Forsitan enim occupat duplò vel triplò majus spatium. Adde quod hæc rarefactio aut condensatio, quasi per gradus fiat. Multa sunt quæ me movent ad id dicendum:

Primò quod ex locis siticulosis, & arentibus nulla excitetur aura, licèt ibi aër potentissimè calefiat.

Secundò quod vere & Autumno, cum moderata est aëris temperies, ita ut nec vehementius incalescat, nec nimio frigore addensetur, vehementiores tamen spirant venti.

Teriò, sæpè dum sol meridianus ad summam raritatem aërem deduxit, & in eo raritatis gradu conservat, oriuntur venti. Pariter nocte post summam condensationem.

Quartò, quia nimis placidè aër rarescit, modicaque illi addi potest raritas; ergo non potest motum tam vehementem excitare, qualem in ventis experimur.

Quintò, aër non apparet rarior, aut densior cum venti spirant, ac cum est tranquillitas.

Sextò, motus ex rarefactione videtur in omnem potius partem fieri, quam versùs determinatam aliquam plagam.

Concederem tamen levem aliquam auram ex aëris præcisè rarefactione oriri posse, quale in aurora afflatur.

PROPOSITIO XXIV.

Vera causa ventorum aperitur.

Examinatis prioribus opinionibus difficilè non erit constituere, quid certi in hac materia constituendum sit. Existimo ergo primo ventum generari dum copiosus è terra aut aquis erumpit halitus, & vi caloris majorem extensionem acquirit.

Probatur. Impossibile est ut magna halituum copia simul erumpat quin occupent locum aëris, sed non possunt occupare locum aëris, quin illud propellant, quod si halitus copiosus erumpat non potest, quin multus simul aër impellatur, non potest simul aër impelli, quin motum vehementissimum concipiat; ergo motus aëris vehemens potest ex halituum eruptione oriri, qui aër ea parte impelletur

pelletur in quâ minor est resistentia. Cur autem potius ad latera propellatur quam sursum, ideò quia halitus ubi primum erumpunt non sunt aëre leviores; ergo non possunt nec debent ascendere, propellunt igitur lateraliter aërem & ex suo loco ejiciunt; ergo eum fluere faciunt, & cum vi gravitatis telluti innitatur perpendiculariter, maximum circulum decurret. Dixi indifferentem esse halitum in hac prima eruptione, sive sit eductus ab aqua sive à mixtis parum interest. Cum autem tam aqua in vaporem mutata, quam exhalationes ex terra aut ex mixtis eductæ occupent locum plus quam millecuplo majorem quam antea, magnum in aëre impulsum efficiunt, nec fieri aliter posse existimo.

Ad hunc modum puto pertinere autas, quæ manè oriuntur ad primos solis radios, ventos etiam regionarios, quos dixi ex rore procedere, ventos aquilonares, ut primum nives solvuntur ut vult etiam Aristoteles. Quætens enim rationem cur venti Aquilonares sunt frequentiores (loquebatur respectu suæ regionis,) ait: quia in polaribus locis sunt frequentes pluviæ, & consequenter fit magna evaporatio.

Ad hunc etiam modum revocantur venti, qui paulò post pluviam sequuntur, præcipuè Hyeme, ut dixi quoties pluit in Sabaudia & Delphinatu, vehementissimum in tota Provincia spirare boream, quasi pars pluviæ subtilior, quæ præcipuè ex zona torrida ortum duxit, illuc rediret in flatus, & ventos.

Hanc venti productionem sæpè experimur in montibus, nive coopertis; ad primos enim Solis radios oritur ventus satis vehemens, immo nonnunquam periculosus, eò quòd nivem attollat, & secum rapiat, & sæpe viatores pene obruat.

Dico secundò quod si magna vaporum copia simul addensetur, & in terram decidat necessariò fieri in ipso casu aliquem ventum.

Probatur non potest fieri maxima vaporum seu halitum addensatio, quia à magna extensione ad minimam reducantur, sed non potest hæc reductio in magna aliqua vaporum copia fieri, quin aër vi gravitatis suæ in spatium illud replendum accurrat; ergo fieri non potest pluvia, quin alicubi ventus generetur. Hinc videmus quoties alicubi pluit, ventum alibi produci, qui versùs pluviam feratur, quasi eam disjicere vellet. Hic ventus communiter non fit in eo loco in quo est pluvia, nec in eo sentiri potest interea dum pluit, quia non ibi ubi pluit fit ea vacuitas, sed tantum in partibus superioribus, atque adeò suppletur ille defectus à partibus aëris remotioribus. Ubi verò cessavit pluvia, tunc etiam in loco in quo pluit sentitur, ita dicimus & pluviam sedare ventos, quia sæpè ventus prohibet pluviam à casu, & ne sufficienter concrescat, ubi verò cessat ventus incipit pluvia, atque adeò illum sedare videtur. Potest tamen etiam sedare ventum, quia pondere suo dum decidit, potest impedire fluxum aëris præcipuè si multus non sit, nec multum urgeatur. Si enim objectu montis cohibetur ventus, ita ut non transeat, quidni pluvia gravitate sua, si copiosius decidat, eundem venti impetum cohibebit. Producet item ventum, quia debet allunde accurrere aër ut spatium à vapore condensato derelictum occupet. Utrum item casu suo possit aliquem ventum pluvia producere eò quòd è loco suo deturbet aërem, non video difficultatem, non tamen eo in loco ubi actualiter pluit. Id etiam in mari frequentissimè notavi ventum flate ab ea parte in qua observaretur pluere. Melius tamen quia pluviam adveheret, prius notaretur pluvia remota, quam ad nos perveniret.

Dico tertiò, non tantum vapores, sed etiam exhalationes dum liberæ sunt, hoc est vel solæ sunt, vel mixtæ paucissimis vaporibus, posse seipsis rarefieri, majorem extensionem acquirere, aërem loco pellere, & consequenter commovere.

Probatur primò à posteriori, textura nubium tenuior, exhalationesque rubescentes, & quasi fumidæ, sunt signum futuri venti, sed nisi possent rarefieri, nulla est ratio cur aërem commovere, & agitare possent, seu in unam partem propellere, ergo rarefieri possunt. Probatur autem quod possint rarefieri, primò quidem à sole, cum enim non ita sint crassæ ut radios solares arceant, totæ simul illuminari poterunt; ergo totæ simul calefieri, quod multò melius accidet, si non longè à terra versentur, quia si altius fuerint provectæ, jam nimis raræ sunt, atque adeò vix illis calor majorem addere poterit raritatem. Secundò in media regione, quæ frigidior est, vix tantum calorem concipient, impediente scilicet frigore, quantum si inferiùs existent, ubi major est tepor: puto ergo exhalationes tenuiores posse magis à Sole rarefieri, quam crassiores, quæ in pluviam resolvuntur.

Secundò puto probabilius exhalationem calidam & siccam sibi ipsi relictam posse calorem suum augere, immo & nonnunquam accendi si in ea inveniatur materia igni concipiendo aptior. Immo unum notavi, quod vehementiores venti, & diuturniores, ab uno aut altero fulgetro incipiunt. Memini cum navigatem ab insula Naxo Constantinopolin anno 1644. circa 23 Decembris cum placidè navigaremus, nec ita longè distaremus ab insula Icaria, de repente factum est fulgetrum sine tonitru, Navarchus subitò exquisivit ex qua parte visum esset fulgetrum, cumque pixidem nauticam consuluissemus invenimus ad plagam Est Nordest coruscasse, quem ventum vocant *Gracolevante*, tum navarchus hoc malum esse inclamavit ventumque vehementem, nostræque navigationi, quæ ad Septentrionem procedebat, ab illa plaga futurum prædixit. Nec fefellit eventus, nam cum identidem ad eam plagam respectaret Navarchus, intra horam circiter ventus vehemens irruit, qui per tres hebdomadas vehementissimè spiravit, ita ut regrediendum fuerit, & die Natalis Domini dum solemni sacro adessemos, tonitrua reboarint. Loquebatur autem Navarchus secundum communem experientiam nautarum, quam etiam ab aliis notatam in pluribus casibus animadverti; ergo ventus aliquando saltem incipit, cum inflammatione exhalationis. Hæc autem inflammatio à sole non procedebat, cum nox esset, sed quod multa exhalatio simul juncta esset, & aut à circumstante frigore adunata aut alia ratione; ergo aliquando potest exhalatio majorem extensionem concipere ex seipsa. Quod si multa fuit nempe in maximo aliquo tractu, potuit successivè hoc modò dilatari, atque semper in eandem partem aërem expellere.

Quærunt hic nonnulli an motus venti sit ab intrinseco, aut ab extrinseco, in quo video fieri quæstionem de nomine, propterea que distinguendum puto, vel enim per ventum simpliciter intelligunt, aëris commotionem, vel etiam per ventum intelligunt ipsum vaporem, aut exhalationem, quæ par-

tialiter ventus dici potest, cum etiam commoveatur, sitque spirabilis ut aër. Si de aëre sit quæstio, cum vi innatæ gravitatis movetur ad replendum locum, à vapore condensato derelictum, motus ille fuit ab intrinseco, ex occasione tamen alicujus extrinseci, nempe subitæ condensationis. Quæ etiam subita condensatio videtur esse intrinseca vapori se reducenti ad pristinum frigus. Cum verò calefit aqua, fitque vapor, an illa major extensio debeat dici ab intrinseco, aut ab extrinseco, quisque philosophetur secundum sua principia. Plerique peripateticorum dicunt eam esse ab intrinseco. Licet enim calor ab extrinseco producator, volunt tamen ut major extensio ab ipsamet aquæ substantia per calorem determinata emanet. Alii dicunt majorem hanc extensionem à spiritibus igneis simul permixtis, aquæ molem augentibus fieri, alii volunt spiritus igneos agitare aquam, & ejus partes distrahere, ita ut misceantur materia subtilis, & secundum hunc modum explicandi aquæ expansio est extrinseca, intrinseca tamen huic aggregato, quod vaporem vocamus. Dum verò vapor impellit aërem hic, motus respectu aëris est purè ab extrinseco.

Dico 4. Secundum eam hypothesin quæ vult aquam in vaporem mutari, eò quòd illi admisceantur spiritus ignei, aut alii qui ejus molem augeant. Et quia sunt in specie aëre leviores, aggregatum ex aquæ & ignis particulis fit in specie nonnihil levius aëre, ita partes aquæ particulis ignis inequitant. In illa hypothesi facilè explicatur, cur post pluvias generentur venti. Cum enim vapor in aquam reducitur, separantur partes ignis, & subsidente aqua solæ remanent, & cum eorum natura in agitatione consistat, incipiunt agitari vapores, si qui restant, aut etiam aëris partes ab invicem distrahere, atque ita sequitur major extensio, ex quâ consequenter sequitur in unam aut alteram partem motus.

Sunt alii modi quibus ventos nonnulli generari voluerunt, qui cum propositis coincidunt, aut si aliter explicentur improbabiles sunt. Volunt nonnulli quod si maximus aëris tractus rarescat, alius aër ipsi incumbens, illum ex suo loco extrudat. Ego quidem vix crediderim generari hoc modò ventum, eò quòd aër sensim admodum rarescat. Secundò video quidem quod alius aër gravior eum sursum extrudet, non tamen ita ut ventus generetur in unam partem, videmus enim ea quæ in liquidis vi gravitatis sursum elevantur, rectà ut plurimum ascendere. Quia tamen videtur non esse par ratio de parte minima liquidi rarioris, in medio densioris positi, & de aliquo maximo tractu aëris rarescentis, eò quòd aër gravior debeat aliunde accurrere: ideò hunc etiam modum admitto.

Multò mihi videtur aptior modus explicandi, si nempe aër alicubi cedat, alius qui vicinus est, & qui ab aëre superimposito premitur accurret, & locum cedentis occupabit. Hoc ita explico. Supponamus sole recedente à nobis, totum aërem zonæ temperatæ borealis immo & frigidæ fieri frigidiorem; quia cum calidior erat, necessariò majorem exigebat extensionem ab aëre zonæ frigidæ, connitentis in terram, & lateraliter seu obliquè in hunc nostrum, ita constringi non poterat, deficiente verò calore minus huic compressioni resistit. Accedit quod si in eo plurimi continebantur vapores, qui infrigiditati in aquam, aut nives decidant, solusque relinquatur aër, necessariò aër zonæ torridæ accurret, reliquumque aërem coarctabit, multò magis si aliæ causæ ventum producentes in zona torrida inveniantur. Quæ videtur esse ratio, cur hyeme plerumque venti Australes regnent, saltem in plerisque locis zonæ temperatæ præcipuè ad initium illius zonæ.

Potest autem aër rarescere duplici de causa. Primò si calefiat. Secundò si minus prematur. Potest enim fieri ut aliquando magis, aliquando minus ab aëre superimposito prematur, vel quia in partibus superioribus rarescit, & cum augeatur ejus moles, & altius ascendat more liquidorum, superinfunditur ad latera, tunc aër inferior minus premitur.

Pariter duabus de causis addensari potest, vel quod frigescat, vel quod aliunde augeatur athmosphæra illi incumbens. Sicut enim aqua inferior magis premitur, quo fuerit major superincumbentis aquæ altitudo, cujus manifestum signum præbent salientes quæ altius ascendunt: hæc tamen major pressio diu perdurare non potest; quia etiam athmosphæra, cum liquida sit, etiam in orbem circa centrum terræ circumfunditur. Quare si crescat ejus altitudo alicubi, ut cum magna copia vaporis educitur, vel dum rarescit aër, tunc superficie ejus altiore facta, ex legibus libramenti fluere debet ad latera.

Hujus variationis in pressione aëris habemus exemplum insigne, in experimento hydrargiri, qui non in eadem semper statione perseverat, sed in diversis temporibus, varia est, ita ut inter maximam, & minimam ejus altitudinem, unius circiter decimæ quartæ differentia intercedat, nempe duorum pollicum seu digitorum. Observavit autem Vossius cum procella è mari oritur, deprimi altitudinem hydrargiri, secundum mensuram futuræ procellæ, cum verò malacia redit, iterum ascendit hydrargyrus. E contra verò si venti fuerint terrestres ascendit. Cujus experimenti variæ reddi possunt rationes, si tamen de hoc effectu benè constaret, essentque adhibitæ multæ observationes. Ex his concludere potes, Solem ventorum causam immediatam non esse, neque enim vim ullam habet qua aërem moveat; mediata tamen jure censeri debet, quia & aërem rarefacit, & halitus quamplurimos educit. Si luna aliquid efficit in commovendis spiritibus, præstat etiam aliquid in ventos, nam iidem spiritus qui mare commovent, ubi eruperunt, etiam ventos efficiunt.

Quare causæ immediatiores sunt primò exhalatio rarescens, & vapori, & etiam si velis aëri majorem tribuens raritatem; vapor item tam dum actu educitur, quam dum condensatur. Nix etiam multùm facit dum liquescit, qui multam exhalationem continet. Habes item rationem cur venti boreales & Australes sint cæteris, & frequentiores & vehementiores, quia nempe mutationes præcipuè, quæ fiunt tam in frigore quam in calore, cæteræque vicissitudines, fiunt tam in Austro, quàm in borea, hoc est sunt affixæ latitudini terræ; ergo venti potius hanc directionem sequuntur; ex accidente tamen ab ea rectitudine nonnihil deviant.

Potest recenseri inter causas ventorum maris commotio, solet enim mare commoveri antequam ventus ingruat, nautæque notare dicuntur certam quasi ebullitionem etiam sine ullo vento, quod nonnullis persuasit, ventos è mari erumpere, hoc à multis audivi. Quod si verum sit, crediderim multos sæpè intra aquas spiritus agitari, & sæpè erumpere, aut cum vaporibus, aut sæpè sine vaporibus.

poribus, qui ſpiritus ubi liberiorem nacti ſunt aërem, extenduntur, rareſiunt, & aërem commovent in eamque partem propellunt, quæ minus reſiſtet. Quare poteſt benè affirmari, dum cietur præcipuè æſtus maris, eos ſpiritus qui ſua commotione aquas attollunt, erumpere in exhalationes eas, quæ ſunt præcipuæ ventorum cauſæ.

PROPOSITIO XXV.

Cur hyeme mare ſit procelloſum, æſtate tranquillum, & cur maximus calor ventos ſedet.

Certum eſt hyeme ſævire procellas in mari, ita ut vix unquam ſit quietum, æſtate verò quietum, ita ut maximè tunc malaciæ timendæ ſint: quod uſque adeò verum eſt, ut antiqui vocarent mare clauſum, nempe ſummè periculoſum reſpectivè ad naves quibus utebantur. Certum eſt item maximum calorem ut plurimum ſedare ventos, qui ſole Occidente plerumque ingraveſcunt.

Dicendum puto quod hyeme præſertim prope tellurem ſæviant venti, eò quòd exhalationes, & vapores, ſint telluri propiores, atque adeò ſi quæ fiat in iis mutatio, in ſuperficiem maris magis ſæviat, quam ſi calore altiùs aſcenderet, ibi enim ſuam exerceret, virtutem. Frigus item unum eſt ex principiis ventorum, dum enim halitus condenſat, accurrit aliunde aër ut locum hunc repleat. Quamvis autem plures æſtate attrahantur halitus, altius tamen aſcendunt, & cum etiam athmoſphæram tranſcendant devolvuntur, at verò hyeme telluri incubant. Propter quam rationem nimius calor altius evocat vapores, & nimis attenuat. Quod dicitur ventos frequentiores eſſe hyeme quam æſtate, id intelligendũ eſt in Mediterraneo. Dubito enim an in borealibus locis, in quibus omnia rigent, frequentiores ſunt venti, quia in Mediterraneo frigus modicum eſt, ſed tepor moderatus. Deinde ſatis vicinum eſt Zonæ torridæ, è qua avehuntur halitus, aëre regionum borealium minus reſiſtente, eò quòd frigore conſtringatur. Accedunt etiam in Mediterraneo cauſæ particulares, hinc enim Atlas mons nivibus ſæpè obſitus, ſæpè Lybicum vehémentiſſimum emittit. Libanus aliique Syriæ montes Syrium ſubminiſtrant. Montes Armeniæ minoris in Aſia minori, aut Orientalem ventum, aut etiam Græcum ſuppeditant, cum nempe nonnihil liqueſcunt nives, vel contrarium alliciunt dum vapores addenſantur, locumque præbent.

Dixi item quod ſub veſperam ut plurimum ingraveſcunt venti, & quod ſub meridiem ponunt ut plurimum: cum enim aër calefactus à Sole & rarefactus reſiſtit adventanti ejus impetum frangit, dum verò poſt Solis occaſum compreſſionis eſt capax, cedit externumque aërem admittit.

PROPOSITIO XXVI.

Cur venti boreales ſint frigidi, Auſtrales calidi, marini æſtate frigidi, hyeme calidi, èontra terreſtres ut plurimum hyeme frigidi ſint, æſtate calidi.

In genere dicere poſſumus ventum nec calidum eſſe, nec frigidum, cum enim ventus nihil ſit aliud quam aër commotus, aërque ex ſua natura nec calorem nec frigus habeat, alterutrum ex locis per quæ tranſit mutuabitur; tam quia tranſeundo frigeſiet, aut caleſiet, quam quod ſecum ſpiritus varios deferet. Boreales igitur venti frigidi ſunt, eò quòd in regionibus polaribus ut à Sole averſis, frigus prædominetur, quare & frigidus erit, magiſq; denſus, unde rigidior, & robuſtior; liquida enim corpora, aut ſpirabilia, quò denſiora ſunt eò majorem impetum feriendo producunt cum plures, & confertiores partes habeant. Propter eandem rationem cum Auſtrales nobis ex Zona torrida veniant, ſunt calidiores; quia ſecum ſpiritus calidos deferunt: ſunt etiam minus robuſti, eò quod rariore conſtent aëre, aut etiam ſi velis halitu.

Hoc autem intelligendum eſt communiter, nam venti boreales, ſi per loca arenoſa, & ferventia tranſeant ſunt calidiſſimi, ita boreas qui paſſim frigidus eſt, Smirnis peſtilens eſt & calidiſſimus, quod per Troadem ſiticuloſam, tranſeat.

Venti marini æſtate ſubfrigidi ſunt, cũ enim ſecum deferant ſpiritus aqueos, qui ſunt frigidiores, quam ſit communiter aër æſtivus, ideò ſubfrigidi apparent: hyeme verò quia diximus aquam ſalſam, non poſſe ad tantum frigus pervenire quantum frigeſit aqua frigida, aut etiam aër ideo venti ex mari aſpirantes calorem continent. Cæteri verò venti qui terreſtres ſunt, nec ſunt boreales, aut Auſtrales ut plurimum ſequuntur temperiem conſuetam aëris pro eo tempore.

Orientales venti in zona præſertim torrida ex natura rei frigidiores eſſe deberent, eò quòd cum incipiant manè, aërem ſubfrigidum ante ſe propellunt, nihilominus in toto littore Occidentali Africæ ſunt calidi, eò quòd totam pervadant Africam. In littore Orientali Americæ frigidi, eò quòd vaporem è mari eductum ſecum ferant. Occidentales ex natura rei calidi eſſe deberent eò quòd poſt occaſum incipientes, aërem diurno ſole calefactum revehant, diſtinctione tamen opus eſt, orta ex locorum varietate.

PROPOSITIO XXVII.

Cur ventus interruptis vicibus ſpiret, & Auſter, magis quam boreas, & cur boreas major eſt initio, Auſter autem in fine, primus ſerenat, ſecundus pluvias inducit.

Ut primam quæſtionem ſolvant, nempe cur interruptis vicibus ventus ſpiret, utuntur nonnulli exemplo lagenulæ, è qua non continuo fluxu, aqua effunditur, ſed per interruptas vices. Puto tamen exemplum illud, non eſſe ad rem. Ideo enim interrumpitur hic fluxus, quod eodem foramine, & aqua exitum quærat, & aër externus aditum, unde ubi gravitas aquæ prævalet, hæc erumpit, ubi verò externus aër potentior eſt, irrumpit fluxumque aquæ ſiſtit; in vento autem nihil tale invenio, neque enim eadem via, qua ventus progreditur, vapor aut exhalatio irrumpit. Quare aliud magis appoſitum exemplum afferam. Solemne eſt ut artifices, qui organum Pythaulicum conſtruunt, ut folles quam poſſunt proximè machinæ admoveant, arculamque quam poſſunt minimè capacem efficiant, ne ſi canales ventum deferentes majores eſſent, in iis potius aër comprimeretur, quam flueret. Notavi autem ſæpè quod neglecta tali cautione, etiamſi folles

continuo instent, flatumque subministrent, non tamen uno continuo cursu aër decurrat; sed interruptis vicibus sistatur, & incitetur. Cujus rei manifestum habemus signum in fistularum sooo, qui constans non est, sed identidem altius ascendit quam par est, statim ingravescit. Ratio est quod aër ex follibus emissus cum longiores sunt canales, & arcula capacior, tantum aërem ante se propellere non potest; quare cum facilius sit tantum aërem nonnihil comprimi, quam moveri, addensatur non nihil; ubi verò addensatus fuerit, tunc demum fluit, iterumque addensatur. Idem in vento contingere poto, cum exhalatio aërem propellit facilius est eum nonnihil addensare, quam tantum aërem loco cedere, quare comprimitur nonnihil ante quam curtat, ubi verò satis fuerit addensatus, tunc demum movetur, motuque suo extenditur, rursusque addensatur. Id videmus evenire in lusorio folliculo, quem si percutiamus non statim movetur, sed prius comprimitur, eaque parte qua percussus est complanatur: quia facilius est aërem follicolo inclusum complanari, quam totum moveri. Hanc puto esse veram rationem quâ primæ quæstioni satisfiat.

Hoc posito principio facilè secundum quæsitum expediam, cur Auster magis sit interruptus quam boreas, supponendo Austrum calidiorem esse, & boream frigidiorem, facilè respondebo. Aër calidus aut tepidus rarior est, frigidus densior, sed quò densior fuerit aër, facilius vicinum expellet, nec ita facilè comprimetur, & quò fuerit rarior cum in alium incurret, facilius compressionem patietur; ergo auster magis per vices comprimetur, & dilatabitur quam boreas.

Tertium quæsitum ita perficio. Boreas frigidus est; ergo terræ hiatus obstruit, halitusque è tellure, aut aquis erumpentes cohibet; ergo in decursu nullū ab iis subsidium, & incrementum habet; ergo totum ab initio impetum habet, nullamque virium accessionem in progressu acquirit. Auster verò calidus est, suoque calore, & terræ poros aperit, & ex ea exhalationes educit, vapores ex aquis, quæ etiam erumpendo aërem propellunt, & incitant: ergo in progressu vires acquirit.

Ex his proprietatibus aliæ consequuntur, nempe Auster humidus est, tum quia ex zona torrida è qua plurimi halitus educuntur spirat, tum propter calorem alios in decursu educit. Mare magis commovet, quia non uno tenore spirat, sed per interruptas vices, ideoque fluctus attollit, & decidere permittit, ex qua agitatione magis interrupta, & calore tepido, oritur nausea. Malignus item est quia cum corpora calore laxet porosque aperiat, halitusque subeat, facilius omnia corrumpuntur ex quo gravantur corpora, & appetentia frangitur. Aquilo contrarias habet qualitates; cum enim frigidus sit, porosque stringat, minus nativi caloris avolare permittit, sanus est. Si tamen frigidissimus esset etiam nocivus foret, præcipue vero malè affectis.

Quod pertinet ad pluviam, nempe quod nonnulli venti serenitatem, alii verò pluvias inducant. Hoc non ex ipso vento præeise, sed ex varia circumstantiis pendet.

Primò pluviales esse possunt venti, ratione locorum è quibus spirant, si enim per loca vaporibus plena transeunt, secum plurimum vaporem advehunt, ex quibus sequitur pluvia.

Secundò ratione locorum ad quæ appellunt, aliquæ enim regiones, ob montium obstacula nubes à ventis advectas detinent, ita ut facta illarum coacervatione & superioribus inferiores obumbrantibus, cum se ad suum nativum frigus reducant, fit pluvia. Hæc ratio optima est, & ita frequens est in zona torrida, ut juga aliquorum montium æstatem & hyemem dirimant, cum enim hyems in iis locis pluviis tantummodo definiatur, sæpè evenit ut ventus vapores advehens, ad montem appellat, vaporesque coacervet, sequamrque copiosa pluvia, ex alia vero parte sit summa serenitas, & æstas. Id etiam experimur in multis Europæ locis, nam in Alpibus sæpè pluit, eò quòd nubes ab Austro advectæ ibi sistantur. Dicunt nonnulli ventos circa suum principium serenos esse, circa finem pluvios, primum quidem satis crediderim; quia decursu plurimos vapores colligunt, qui satis conferti non sunt ad pluviam producendam, nam si essent, non in ventos, sed in pluviam abirent. Dicitur tamen boreas in Belgio, pluvias producere, cùm enim revehat nubes quas Auster advexit, potest, etiam aliquando pluviam efficere, quæ sæpè validissima est. Juxta proverbium Gallicum.

Quand il pleust de bise,
Il pleust à sa guise.

Non tamen est diuturna. Dicitur Danis Auster serenus esse, id sanè ex accidente fieri oportet, sicut videmus Austrum in Provincia non esse pluviosum, transeunt enim nubes Austro flante; sed non sistunt; coacervantur autem in locis borealioribus, ibique in pluviam abeunt communiter. Ab antiquis etiam dicitur aquilo serenitatem inducere, eò quòd & vapores in aëre existentes vi sua abigat, suoque frigore cohibeat ne novi erumpant. Plinius dicit Aquilonem in partibus interioribus Africæ nubilum esse. Universaliter tamen serenus est, quia in iis locis è quibus spirat, calor non est sufficiens, ut vapores copiosi educantur; potest tamen eas nubes revehere, quæ adhuc in pluviis non abierunt. Ubi boreas vehementior est, fenestræ ad boream obverti non debent, sed ad meridiem, & in iis regionibus ad meridiem obversæ sunt salubriores, sicut & in tota Provincia, eò quòd etiam aura frigidior à meridie æstate præsertim aspiret, eò quòd è mari procedat. In Græcia, præsertim in insulis, fenestræ aquilonem respicientes, tota æstate frigidiorem auram præbent. Nam æstate tota spirat lenis boreas, quare in istis regula universalis tradi non debet, cum circumstantiæ varietatem inducant.

PROPOSITIO XXVIII.

Cur Auster de nocte ortus, boreas de die, diutius perseverant, boreas frequentior Auster rarius spirat.

Pro Aquilone hæc ratio videtur afferri posse, cum Aquilonis communis productio ex liquatis nivibus oriatur, quæ incente potius sole, quam de nocte colliquescunt, ideo aquilo de die, quam de nocte potius incipere debet; quod si de nocte incipiat, id ex aliqua causa accidentali potius, quæ propterea non erit ita diuturna, & constans erit, ut quæ ejus naturæ, & generationi accommodata est.

Pro Austro contraria ratio valet, neque enim ex liquatis nivibus efficitur, sed potius ab exhalationibus

lationibus quæ cum liberæ sunt, rarefiunt, quæ rarefactio solem non requirit. Adde quod hîc viciniores simus boreæ, quam Africo, qui licet de die inceperit, in iis regionibus, è quibus ducit originem, non potest ita cito ad nos pervenire, ideoque potius de nocte oritur.

Adde quod de die potius flatus qui in torrida nascuntur determinantur ad ventum Orientalem producendum, quare determinatio ad flandum versùs Septentrionem debeat peti ab alia causa quam sole, qui in iis regionibus ferè semper ad Occidentem defert, ideo de nocte potius quam de die incipere debet.

Experientia communis est. Dicitur enim ex Homero, Tertia lux nunquam nocturno Aquilone laborat. Andreas Auria Carolum quintum admonuit, ne ex nocturno borea in Africam trajiceret. Aristoteles rationem affert, quia tempus nocturnum hebetat vim defectu majoris caloris, unde parum aëris commovet. Spiritus redditur gravior, citiusque decumbit & vires deponit. Excedens frigus spiritum calidum extinguit. Theophrastus ait boream nocturnum brevem esse, eò quòd confertim in modum procellarum se effundat. Cum igitur principium sit imbecille, & spiratio semper ingens brevis esse debet. Quæ ratio cum allata coincidit, nempe quod non habeat consuetum principium, sed ad modum procellarum ex halitibus calidis se rarefacientibus ortum habeat, qui cum multi non sint in iis regionibus, diu spirare non potest.

E contra si de die Auster incipiat, debilior evadit, quia nimia caliditas humorem absumit & debiliorem reddit, vel nimis elevat, propterea que diximus nimium æstum ventos sedare. Cum igitur Auster oriatur in locis calidis, si interdiu incipiat, non potest non esse debilis ex nimio æstu. Ex opposito boreas oritur ex locis frigidis, unde si noctu oriatur, non potest non esse debilis ex nimia frigiditate.

Frequentius spirant boreales venti, quam Australes, quia primi è propinquo veniunt, ideoque vel minimus eorum flatus ad nos pervenit. E longinquo veniunt Australes nec nisi cum validiores sūt ad nos perveniunt. Adde quod boreas ex partibus Septentrionalibus nivosis, & humidis ad nos veniat. Auster verò ex siticulosis & arentibus, si præcise spectemus regiones nobis ad meridiem oppositas, nempe Africam. Addi potest quod in zona torrida alia sit aëris determinatio halituum, nempe ut ventum orientalem producant, atque adeo ex causa tantum accidentali oriri potest Auster.

Ad viciniam venti borealis, & distantiam Australis revocare possumus quod statim post Austrum spiret Aquilo, non tamen statim post Aquilonem spiret Auster. Hæc enim ventorum successio necessariò accidere debet. Cum enim flante diu Aquilone maxima facta sit aëris coacervatio ad meridiem necessariò aliquando refluere debet, & cum remotiores simus à partibus Australis, majus requiretur tempus, ut ad nos usque perveniant, at verò cum ad Septentrionem flante Austro facta pariter fuerit halituum coacervatio, breviori tempore refluendo ad nos pervenit, quia ex loco propinquiore.

Boreas præ cæteris omnibus sonitum edit, unde boreas dicitur. Id autem evenit quia vehementius spirat, sèrisque ut ita dicam cessionem prævenit. Hoc est dividitur pars aëris ab alia, vel quia humilius fertur, atque adeo plura invenit in quæ offendat vel quia siccior est. Certum est autem quod humiditas sonum hebetat, & impedit.

Dicuntur flante borea generari mares, quod non exhalentur tot spiritus. Posset confirmari observatione Tartarorum, apud quos plures mares, paucissimæ fœminæ procreentur, ita ut propterea in Cinas perrumpere sint coacti, ut uxores inde sibi quærerent.

PROPOSITIO XXIX.

De ventis Provincialibus.

Ventos Provinciales voco eos, qui in particulari aliqua regione spirantes non longius evagantur, nec maximos tractus percurrunt; sed brevi spatio coercentur. Horum ventorum originem alicui causæ peculiari adscribere debemus, quæ ex variis locorum circumstantiis petenda est, nempè vallium, aut sinuum flexu, montium jugis, cavernarum receptaculis, fontium, & aquarum latentium scaturiginibus, perpetuum vaporem subministrantibus. Nempe in montium quibusdam angustiis aër, & vapores ita constringuntur, ut in ventum relabantur, & ad propinquas regiones ferantur, secundò montes ulterius progressuros, in unam partem detorquent. Sic Etesiæ Smirnis in ventum ferè occidentalem detorquentur, sinusque ductum sequuntur.

Inter rupium & montium angustias ventus vehementior est. Sicut enim sub pontium angustiis coarctatus fluvius rapidissimè fertur, cum tanta præcise debeat fluere aqua eodem tempore, per angustum alveum, ac per latum, debet in celeritate compensare, qood ipsi deest in latitudine. Ita etiam in vento contingere necesse est, dum enim in montem impiogens, & secus eius latera præterfluens ad angustias pervenit, necessariò a ète subsequente anteriorē impellēte fit vehementissima procella. Ita in Alpibus in monte Cenisio, in cujus superiori parte vallis est quinque, aut 6 milliaribus longa, quæ nonnunquam, ita vehementi vento percellitur, ut nulla fœdior procella in mari sæviat, certiusque afferat exitium.

Ex montibus item descendunt venti, præcipuè si nivibus tegantur, descendit & aqua per rivulos, tam apparentes, quam subterraneos, qui ventis materiam subministrant.

Quod verò ex cavernis nonnunquam spirent venti, nemo negare potest, cum sæpè etiam ex subterraneis apothecis æstate præsertim, auta aliqua semper aspiret. Hujusmodi tamen venti sæpè noxii sunt & pestiferi, tales sunt nonnulli in Regno Neapolitano. In quo celebris est specus Canis dicta, in qua pestilens halitus ad unum aut alterum pedem tantummodo assurgit, ita ut si ibi fuerit canis pedibus suis nixus, brevi tempore ita deficiat, ut moriturus videatur nisi altius sublevetur. Hic vapor pestilens qui sulphureus creditur altius non ascendit, ideoque homines ab eo nihil damni patiuntur.

Quomodo generentur jam supra diximus cum Æolipilæ exemplum attulimus.

Provinciales venti, non progrediuntur longius, cum enim eorum causæ particulares sint nec longius se extendant, effectus etiam sibi proportionatos habere debent.

Ad hos ventos provinciales revocare possumus

eos qui post largos imbres alicubi affusos, in vicinas regiones spirant. Sic Aquilo Lugduni spirat postquam pluit in Burgundia, rationem supra attulimus.

Pariter ventos peculiares qui in certis regionibus potius sæviunt, sic mare Lygusticum & Balearicum à Lybico præsertim vento vehementes patitur procellas, quia hic ventus ab Athlante monte totius Africæ altissimo, perpetuisque nivibus obsito descendit, ideoque licet marinum halitum per mixtum habeat frigidus tamen est. In Ligustico præsertim mari ad Genuam magnas strages edit, eò quòd directè adveniat, & hinc à Corsica, inde verò à littoribus Provinciæ, in eum sinum impellatur.

In toto verò Archipelago, & Cretico mari potius sævit syrius, qui ex monte libano, etiam perpetuis nivibus tecto originem ducit, quia propior est huic mari, & vix ad Siciliam pervenit; potest tamen Adriaticum sinum subire, ibique procellas excitare.

PROPOSITIO XXX.

In zona temperata major est ventorum inconstantia, quam in torrida in qua frequentiores procellæ.

Certum est in zona torrida perpetuum ferè semper spirare subsolanum, ita ut constantissimè spiret idem ventus, varietas autem ventorum in solis temperatis observetur, de frigidis nihil ferè certi habemus.

Ratio est quod in Zonis temperatis major sit frigoris, & caloris diversitas, cum enim venma tam oriri possit ex frigore, quam ex calore, & tam ex condensatione, quam ex rarefactione ubi erit caloris, & frigoris major vicissitudo, major etiam erit ventorum inconstantia. Quod autem in Zonis temperatis talia sit tempestatū varietas, facilè probare possumus, nam in torrida ferè nullum unquam est frigus, sed perpetuus calor, quod ab ipso sole procedit, parum admodum ab eorum verticibus recedente; quare perpetua ferè ibi æstas, solisque pluviis ab anniversario vento procedentibus hyems definitur.

Venti procellosi.
Venti anniversarii.

Propter eandem rationē venti hieme & autumno frequentiores sunt, quam hyeme aut æstate. Primò quia vere resolvuntur nives præsertim in montanis locis. Secundò, quia tunc pori telluris aperiuntur, ita ut copiosum halitum emittat, pluviæ item sunt frequentiores. Cum igitur hyeme frigida vix ulli halitus emittantur, cum omnia rigeant, & media hyeme omnia in eodem situ permaneant, vix datur ullus mutationi locus, at verò, vere & autumno, cum calor sit moderatus, & humor copiosus, major ventorum mutabilitas fieri debet.

Præsagia ventorum.
Cur non spirant Etesia in Gallia, Italia, &c.

In torrida frequentiores sunt procellæ & tempestates, quia hæ præsertim à spiritu inflammatō, aut rarefactione subita oriuntur, quæ à calore vehementi oritur, in torrida major est calor halitusque ex locis ardentibus educti, alii sunt fervidiores: ergo.

PROPOSITIO XXXI.

De ventis repentinis seu procellosis præcipuè de Echnephia.

Hos repentinos, seu procellosos ventos, Aristoteles fulminibus jungit, eò quòd generationem, generationi ventorum non absimilem habeant. Quatuor communiter eorum species recensentur, nempe Ecnephias, Exydrias, Typho, & Præster. Ut tamen tollatur omnis æquivocatio, notandum quemcumq; ventum vehementissimum in mari procellosum censeri, cum in ordine ad submergenda, aut ad littus illidenda navigia, idem præstet, ac supra recensiti, cum tamen harum tempestatum origo, nihil habeat à ventorum communium productione diversum, ab eaque tantum penes magis, aut minus differat: de his igitur procellis quæ diebus integris perseverant hîc non ago, sed tantum de subitis, non diuturnis quæ causam etiam communem non habent.

Echnephias communiter definitur Exhalatio copiosa, & crassa, ferè tota simul ex nubibus excussa, sine gyro, & inflammatione, quæ duæ ultimæ particulæ eam distinguunt à Typhone, & præstera. Ejus productionem benè explicat Aristoteles, quare

Dico ita generari Echnephiam. Simul educitur vapor & exhalatio, cogiturque in nubem, in media aëris regione, exhalatio autem calidior frigidiore vapore coërcita se recolligit, & copiosior adunatur, & incalescit, itaut derepente rarefiat, nubemque seu vaporem circunstantem magna vi impellat, quo nempe minor est resistentia. Si talis exhalatio sulphureo, aut nitroso constet halitu, in tonitrua, & coruscationes convertitur, sin autem spiritus intrà nubem coactus, & coacervatus; materia non constet ita proximè inflammabili, quæ tamen calorem possit producere, fit Echnephias. Seneca eandem ferè Echnephiæ productionem refert. Cum magna inquit inæqualitas ac dissimilitudo corporum, quæ terrens vapor emittit, in sublime eat, & alia ex his corporibus sicca sint, alia humida, ex tanta discordia corporum inter se pugnantium, cum in unum conglobata fuerint, verisimile est quasdam cavas fieri nubes, & intervalla inter ipsas fieri fistulosa, & in modum tibiæ angusta. His intervallis tenuis includitur spiritus, qui majus desiderat spatium, cumque everberatus cursu parum libero incaluit, & ob hoc amplior fit, scindit eingentia, & erumpit in ventum. Videtur tamen hæc explicatio supponere nubes esse solidas, quasi fierent cavitates. Non sunt igitur hæ voces its explicandæ, sed tantum quod exhalatio vapore ambiatur, & coacervetur, eò modò ferè quo videmus, hyberno tempore ardentiores esse prunas, eò quòd spiritus calidi non dissipentur.

Nonnulli Echnephiam produci volunt, quoties ventus in alium irruit, nempe superior ventus ita impellit alium ventum, ut hoc conflictu deorsum descendere cogat, quamvis hæc probabiliter dici possunt, circunstantiæ tamen Echnephiæ cum hujusmodi productione non satis convenite videntur. Neque enim Echnephias ab alio vento producitur, sed immediatè à nubibus prorumpit, nam ita à multis definitur, subitaneus, & impetuosus ventus prorumpens ex nubecula.

Tales

Tales Echnephiæ frequentes sunt in maris Athlantici ea parte, quæ inter Brasiliam & Africam posita est, præsertim ad Promontorium Bonæ Spei. Item ad terram di Natal. Item ad Guineam sub æquatore. Audivi etiam ab aliquibus nautis satis frequentes esse in sinu Adriatico.

Ita autem generari videntur cœlo sereno Nubecula, & interdum plures atræ, & subnigræ coëte, & nonnihil augeri videntur, è quibus statim prorumpit ventus tanto impetu ut si in vela impingat, navim submergat. Remedium autem est ut statim complicentur carbasa; ne scilicet ventus in ea impingat. Video tamen in Maffeio hujusmodi Echnephiam, venti sævioris vehementis esse præcursorem, dicit enim quod post Echnephiam illum vehementissimus Aquilo totos viginti dies tenuit. Quare ut jam retuli supra qood ventum vehementem præcedunt nonnunquam fulgura, ut referebam me nonnunquam expertum esse, ita si exhalatio, quæ intra nubem colligitur non fuerit sufficiens ad concipiendam flammam potius Echnephias, quam fulgur aut tonitru generatur. Ut autem melius hujus procellæ natura innotescat, referam, quæ de eo dicuntur. Est non procul à Promontorio Bonæ Spei, mons non in apicem desinens, sed planitiem in fastigio habens, quam Mensæ nomine vocant nautæ. Cœlo sereno, & mari placido ex ea planitie erumpit nubecula, quæ primo granum hordei videatur quæ paulatim crescit, oculumque bovis adæquat, tum augetur planitiemque totam regit, & mensam sternit, tum tantus ex nubis fastigio Echnephias prorumpit, ut naves si vela expansa habeant præcipitet. Est etiam in Delphinatu nō proculà Vienna mons laeum in vertice habens, è quo omnis tempestas in illis regionibus oritur. Sub æquatore inter Americam, & Africam frequentes sunt Echnephiæ, iis præsertim mensibus in quibus nulli constantes venti. Primus tantum impetus periculosus est, nam sæpe aliquandiu durat hic ventus.

In littoribus Guineæ insignes sunt Io littore regni Louango Echnephias frequens est mensibus Januario, Februario, Martio, & Aprili.

Ad fauces Arabici sinus mirabilis Echnephias accidit, nempe atra nubes, mixta cum flammeis nubeculis instar candentis camini, mox erumpit procella non diuturna, quæ magnam copiam arenæ rubræ in terras ejicit, & nonnunquam caravanen obruit. Probabile est vi venti è littore magnam arenæ copiam attolli, quæ etiam nubi hunc colorem tribuat, ut accidit etiam in Lybia.

Volunt nonnulli quod nubes sua gravitate deorsum vergens, aërem magno impetu protrudat. Hic tamen modus non videtur verosimilis eò quòd etiam si daretur causa de repente nubem refrigerans eique gravitatem tribuens, quia tamen in plerisque hujusmodi Echnephiis subsequentem ventum diuturnum invenio, non video quomodo hic nubis casus satis intelligi possit.

Quare ad modum supra traditum recurrendum est, nempe ut spiritus in nube inclusus incalescat de repente, & sæpè flammam concipiat quæ de die non videatur; fiunt enim sæpè minora fulgetra, quæ de die non videntur & ex eo calore rarefiat viamque sibi faciat.

Restat difficultas quare deorsum feratur, respondeo id accidere, quoties in superioribus major est resistentia, quam in inferiori parte, eò quòd supra nubem major sit copia aëris aut nubis pertumpenda. Puto tamen id fortuitum esse, ita ut sæpe Echnephiæ erumpant in omnem partem. Probabile etiam est, quod sæpè à navi ipsa aërem commovente determinetur ut eandem viam ineat.

Alia difficultas quæ oritur est cur in mutationibus præsertim ventorum, hujusmodi Echnephiæ oriantur, ut dum post Austrum, incipit Aquilo. Pariter dum fit transitus ab hyeme ad ver, aut ab æstate ad Autumnum, à serenitate ad pluviam & ita de reliquis. Puto rationem esse quod cum uno tenore fluit aër, vix bene intra nubem intercipitur exhalatio, dum verò aut pugnant venti, aut fit transitus ab una commotione ad aliam facilè commiscentur vapores, cum exhalationibus easque sæpè intercipiunt. Confirmatur hæc ratio ex eò quòd in hujusmodi mutationibus communiter producantur tonitrua. Potest etiam dici in eo casu quo Echnephias est initium alicujus venti diuturnioris cujus primus tantum impetus est vehementissimus, id esse quod cum fit mutatio ad uno vento in aliam, fit aliqua halituum coacervatio, ex qua fit, ut primus impetus, qua superatur hoc primum impedimentum ex coacervatione halituum ob resistentiam vehementior evadat quam postea ubi uno quasi tenore fluit exhalatio.

PROPOSITIO XXXII.

De Typhone.

Duplicem video hujus vocis acceptionem, nonnulli enim Typhonem cum Oracan confundunt; eò quòd sicut Typhon in orbem agitur, ita Oracan mutet plagam, hoc est ab omni plaga successivè spiret. Aliam hujus vocis significationem invenio nempe quod Typho sit ventus pariter è nube, sed cum gyro erumpens, unde etiam turbo nominatur. Plinius vocat ventum vibratum, hunc Aristoteles dicit esse ventum indigestum, & turbidum, eò quòd à nube è qua erumpit non prorsus separetur, sed partem ejus aliquam secum vehat.

Aristoteles ita turbinis generationem explicat, dicitque ita in turbine accidere, ac in vento cum ex amplo loco fertur in angustias exitum non habens, resilit: sed ab aliis venti partibus directè euntibus repulsus cogitur in circulum, sic volvatur spiritus, cum è nube segregatus in alterum contra percusserit. Quare hic motus circularis ex pugna ventorum oritur. Si nempe ex una parte halitus in plagam aliquam impellatur, ex alia verò in oppositum. Eodem ferè modò quo, dum puerorum trochum in diversas plagas, ex opposito impellimus motum illi circularem imprimimus. Est tamen aliqua difficultas in halitu, ex eo quòd partes non sunt ita connexæ, ut unionem habeant, ideoque motus circularis imprimi non potest liquidis, aut spirabilibus quin contineantur ab aliquo, non videtur autem à quo contineantur halitus. Posset tamen aliqua similitudine explicari, nempe cum duo aquæ fluxus sibi occurrunt, aut contigui in oppositas partes feruntur, vortices in medio generantur; ergo si duo venti ita ferantur, poterit in medio vortex generari, aut ex duobus coalescere. Necessarium autem esset ad hoc præstandum, ut duæ partes exhalationis ex duabus partibus nubis erumperent, sibique aut è diametro, aut ferè è diametro occurrerent.

Alium modum proponit idem Aristoteles, exhalatio in nubis cavitate inclusa hinc inde intra ventrem nubis circumvolvitur, & cum tali gyratione

tione mota exitum inveniens vertiginem retinet in deſcenſu. Difficultas videtur eſſe quod hæc explicatio videatur nubem ſolidam efficere, quæ tamen nihil eſt niſi vapor. Nihilominus etiamſi nubes ſoliditatem non habeat, vaporum tamen moles aliquem notabilem locum occupans, etiam reſiſtentiam aliquam habet, debet enim illa moles loco cedere, quod non præſtat ita facilè ac aër.

Tertius modus quo hic motus circularis è vento tribui poteſt, erit in ipſa percuſſione & alliſione venti ad terram, aut mare. Ventus enim ubi nihil obſiſtit vires ſuas effundit, ubi aliquo promontorio repercuſſus, ſæpius in ſe volutatur, fit turbo, ſimilis vortici qui in aquis efficitur, dum illæ in ſaxum aliquod impegerunt; retorquentur enim, & in orbem flectuntur. Hunc modum ſæpè in angulis arearum obſervamus, ibi enim ventus in verticem efformatur, quiſquiliaſque in orbem volutat, & ſæpè cum ſimili gyro in altum evehit. Idem etiam præſtat turbo, non enim tantum antennas, vela, ſed etiam naves evehit & diſrumpit, arenam ſæpè, & ſaxa poteſt evehere, ita nonnunquam dicitur ſaxis pluiſſe.

Tempore frigidiſſimo, aut calidiſſimo non accidunt hujuſmodi procellæ, nimia enim frigiditas extinguit calidam exhalationem, ſicut nimius æſtus attenuat. Quare vere primo aut ſub autumnum accidunt, nempe dum aëris temperies à frigore ad calorem aut viciſſim mutatur.

Nonnulli ad Typhonem oracanum revocant, quamvis videatur longè ab eo abeſſe. Frequens eſt in Orientali Oceano, præcipuè in mari Sianis, Chinenſi, & Japoniæ. Item in inſulis ſinus Mexicani. Is ex Occidentali, ut plurimum plaga erumpens rapida vertigine circa horizontem volutatur, nempe ſpatio 20 horarum totum ut plurimum circulum abſolvit, impetuque horribili, ſæviſque turbinibus vaſta illa æquora vehementiſſimè commovens, ingentibus undique fluctibus inſurgentibus, qui inter ſe velut arietantes, & colliſi altum navigantibus exitium afferunt. Autumno præcipuè hæc peſtis furit, in littoribus præcipuè, & inſulis, ingentes arbores evellit, domos proſternit, naves in littus illidit. Prudentiores navarchi hæc maria fugiunt, ita vidimus Hollandicæ claſſis præfectum Ruyter cum ſuperiori anno 1674, in Inſulas Antillas excenſionem feciſſet, poſt acceptam ingentem ſuorum militum cladem, cum portum nullum potuiſſet occupare, non auſus eſt diutius in eo mari commorari, ne autumno adventante totam claſſem Oracanis exponeret, ideoque prudenter eam in patriam reduxit.

Hæc tempeſtas videtur eſſe conflictus ventorum borealium cum Auſtralibus, nempe quod viciſſim ſpirent, & ab contrariis cohibeantur, ubi nonnihil ſpirarunt. Sæpè accidunt hujuſmodi conflictus, nempe ut undique fiant tonitrua, quæ ſi ventum conjunctum habeant fœdam oriri procellam neceſſe eſt, modò ab hac, modò ab illa parte ſpirante vento, & ſtatim repercuſſo. fluctus item franguntur, cum enim ex vento vehementiſſimo ingentes aſſurgant fluctus, qui in unam partem devolvuntur, perſeverarentque in eam partem devolvi, etiam eo ceſſante, ſi ab alia plaga ventus ſæviat, alios aſſurgere fluctus neceſſe eſt, qui priorum curſum infringant, & illidant. Ex quo conflictu peſſimè haberi naves neceſſe eſt. Dum enim unius tantum generis fluctibus permittitur, navis ejus motum ſequitur, pariterque cum eo, aut aſſurgit, aut demittitur. Si verò contrarii ſint fluctus dum in unam partem impellitur, ab alia verberatur, totum ictum excipit.

PROPOSITIO XXXIII.

De Præſtere.

Inter procellas præſterem communiter recenſent, qui licet venti impetum habeat, accenſionem tamen habet. Cum enim ſpiritus qui rarefit, fuerit nonnihil pinguior, nempe ex materia conſtet, quæ ignem concipere poſſit, dicitur præſter.

Cum adeò infrequentes ſint hi præſteres, videtur ſatis difficile eos à fulmine diſtinguere. Videtur tamen eos diſtinguere Ariſtoteles, quod fulmen modicam materiæ accenſionem dicat, præſter verò majorem, ita ut dicantur urbes integræ præſtere arſiſſe. Nihilominus tamen licet amplior videatur præſteris quam fulminis flamma, minus tamen combuſtiva eſt, fulmen enim totum igne conſtat, in præſtere autem pauciores ſunt ignis particulæ quamvis ſuam lucem, aut vicino aëri, aut partibus vaporis quas ſecum defert, conferat.

Alia differentia præſteris à fulmine in eo poſita eſt, quod cum præſtere magnus ventus conjunctus ſit, immò nonnulli volunt eum non cum inflammatione è nube erumpere, ſed tantum fieri accenſionem prope terram. Quia tamen nullum audivi, qui talem procellam viderit aut deſcribat, aut ejus circunſtantias omnes referat, præcipuè verò, an cum tonitru erumpat, & ſine ſono, ideò puto eſſe aliquam ſpeciem fulminis, nempe materiam, quarum una pars accendatur, alia verò licet non accenſa rarefiat, & ventum excitet. Eſt igitur præſter partim Echnephias, & partim fulmen, quod ſi tonitru adjunctum non habeat, ideò quia materia venti ipſi viam facit, atque adeò cum reſiſtentiam non inveniat, tonitru non efficit.

PROPOSITIO XXXIV.

De ventis anniverſariis ſeu Eteſiis.

Anniverſarii venti à voce Græca ἔτος Eteſiæ dicuntur. In Græcia Eteſiæ à Septentrione veniunt. In aliis locis ab Occidente ſpirant Eteſiæ, ut in Provincia ſaltem maritima. Eteſiæ ab Occidente ſpirant. *Le vent Ponenteſque*. In Guaſconia Eteſiæ Aquilonares non ſentiuntur, ſed Auſtrini. Aquilonarium præcipuè generationem hic explicabo quæ recenſitis eorum circunſtantiis melius intelligetur.

Eteſiæ Aquilonares ſunt venti boreales paulò poſt ſolſtitium. In toto Archipelago ſpirant per quadraginta dies, ab hora diei tertia uſque ad noctem, ideoque ſomniculoſi à nautis dicuntur. Cauſa horum ventorum communiter aſſignatur reſolutioni nivium. Fit autem tunc maxima reſolutio, quia partes Septentrionales continuò ferè ſole caleſiunt, tota item Zona temperata borealis maximè incaleſcit, ita ut maxima tunc fiat evaporatio. Eſt tamen aliqua difficultas cur initio veris non oriuntur hi venti, eò quod tunc maxima fiat nivium ſolutio, etiam in Zona temperata. Reſpondendum eſt quod initio veris major copia nivis colliqueſcat, ſed hæc colliquatio non diu perſeveret, quia in præcipuis regionibus intra tres aut quatuor dies detegitur humus, & ſolvuntur nives,

nives, tunc igitur oriuntur Aquilonares venti vehementiores, qui non sunt diuturni; ubi vero ad induratas & perpetuas glacies perveniunt, quæ non sunt ita facile solubiles,expectandus est maximus calor. Hos antecedunt prodromi, qui 6 aut 7 diebus ante incipiunt, suntque infirmiores, cessant de nocte, quia tunc calor est modicus, desinuntque solvi nives. Posset fieri difficultas quòd in locis polo vicinis nulla sit nox; ergo si ex nivibus solutis afflantur Ethesiæ, de nocte cessare non debent. Propter hanc rationem credibile est, eos potius ex zona temperata quam ex frigida ortum ducere, sunt autem, etiam in confinio zonæ temperatæ, nives maximæ. Neque vero putarim ex solis nivibus ortum ducere, sed etiam adjuvari ab halitibus, eductis ex locis per quæ transeunt.

Sunt & alii Etesiæ seu anniversarii venti, nempe Austrini, qui etiam post solstitium hibernum flare dicuntur,nempe circa duodecimam diem Februarii. Hi bene possunt attribui solutioni nivium in australi hemisphærio, tardius autem veniunt, quia ex longinquo.

Quæri posset cur in Italia,& etiam in Gallia,non spirent hi Etesiæ. Respondeo id evenire ex Alpibus quæ totam Italiam circumdant, Galliamque ab Italia dirimunt. In iis etiam jugis plurima sunt juga quæ perpetuas nives habent, atque adeo alios flatus, & ventos emittunt, qui si bene notarentur,certam legem haberent, quamvis sæpè dum montes sunt vicini, sint altiores quam ut planitiem afflent. Spirant sæpe Etesiæ in altiori æthere. Audio Etesias esse apud Vascones, qui Australes sunt,qui forsitan ex Pyreneis montibus ortum ducunt. Ex quibus item oritur ventus qui fere tota æstate ab occidente, aut à Lybico aspirat. Alii ejus originem Athlanti monti tribuunt.

Hi venti omnes non habent regulam ita certam, ut nunquam deficiant. Prout enim nives copiosiores, aut minus abundantes fuerint uno anno quam alio, Etesiæ etiam vehementiores & diuturniores sunt. Ita referunt nonnulli quod aliquibus annis, quibus defecit nix in Creta insula, hyemales Etesiæ defecerunt. Quod si verum sit, ii non ex polo antarctico erunt accersendi, sed è propinquo, & cum spirent uno circiter mense ante æquinoctium vernum,dicendum erit, quod si quæ sint nives in Africa, quæ Sole jam propinquo liquefcant, ex Etesiis hyemalibus materiem subministreot.

Nonnulli Etesiis inundationem Nili tribuunt; malè tamen;dantur enim aliis temporibus Aquilonares venti, vehementiores quam sint Etesiæ, qui per octo & 10 dies perdurent,qui tamen nullam innundationem in Nilo producant; ergo Etesiis tribui non debet. Crediderim tamen Etesias aliquid etiam ad eam conferre, nempe cum pluit in iis regionibus ex quibus oritur Nilus, tunc augetur. Quod si accidat eodem tempore Etesias spirare, remorantur cursum fluminis, & mare in eamdem partem impellunt; unde mirum non est si augeatur aquarum superficies, aliis aquis succedentibus. Multi circa Nili inundationem mira narrant, variasque circumstantias afferunt, ut augeant difficultatem, quæ ferè omnes sunt falsæ. Augetur ergo Nilus sicut & reliqui fluvii ex pluviis, non quidem iis quæ fiunt ad eorum ostia, sed iis præsertim quæ accidunt circa eorum originem.

Circa alios anniversarios ventos qui in variis Provinciis observantur, nihil est quod dicamus, cum ex variis circumstantiis, quas longum esset persequi, oriantur. Unum tamen dicam, quod si quilibet in sua regione, ventos toto anno observaret,ut in ea re diligentissimi erant antiqui, certa forte in singulis assignaretur regula, quæ non foret inutilis. Verum quidem quod quo magis ad torridam accederetur, eo minor esset ventorum varietas, sicut minor est differentia, inter diem & noctem.

PROPOSITIO XXXV.

De vi qua ventus naves impellit.

Nota videtur esse vis venti qua navigia impellit, nempe urgetur continuo ventus contra carbasa, & ea impellens, navim etiam in aqua valde mobilem movet. Video tamen nonnullos malè ratiocinari qui volunt ideo ventum majores vires habere, quod per poros se insinuet. Ideoque volunt, & vela quæ cera obducta forent, inepta esse ad navigationem,eò quòd cera poros obstruat. Propter eandem rationem volunt vela ex panno minus esse apta quam ex tela, quia habent poros obstructiores, item propter eandem rationem quod vela madida minus efficiant quam sicca. Qui talia scribunt id ex suo sensu dicunt, sine experientia. Dico ergo hæc omnia falsa esse. Nam primò certum est quod ad vela conficienda seligitur crassissima tela, & hoc non tantum ad firmitatem; nam si esset tota ex cannabino filo esset fortior, mixta tamen est ex cannabe & gossipio. Secundò sæpe duplicem telam adhibent, & hoc cum tanto emolumento, ut cum semel in navi Anglica navigarem, quæ tres socias semper longo intervallo antecedebat, interrogaremque cur melius nostra navis navigaret, responderunt rationem esse, quòd velum majus, seu magistrale ex duplici tela confectum haberet. Solent item Provinciales nautæ, dum fugiunt pyraticas naves, syringe madefacere vela ut poros obstruant, experientia scilicet edocti, ventorum impulsum majorem esse. Quod enim dicitur ventum per poros vehementius currere,id quidem crediderim, sed non propterea majorem impulsum efficere, nempe ea pars quæ poros subit, nullum impulsum efficit, tantumque de suis viribus deperdit.

PROPOSITIO XXXVI.

Variæ quæstiones circa ventos.

Eas quæstiones non attingam, quibus jam in superioribus propositionibus satisfeci. Reciprocatio ventorum oritur, eò quòd dum ventus aliquamdiu aërem in unam partem propellit, hic condensatus, cessante vi se ad pristinum statum restituat, ut accidit in corda tensa quæ si in unam partem impellatur,vibratur hinc inde imminutis semper vibrationibus donec perfectam quietem adipiscatur, sic diximus post Austrum flare boream, & vicissim.

Dicitur Auster frigidus esse in Africa, quod de tota non crediderim,sed de hemisphærio ejus Australi, respectu cujus Auster tam frigidus

esse debet. Cæteris in locis calidus est, aperitque poros: hinc omnia facilius exhalant, stirpes melius foventur meliusque alimentum exsugunt. Auster initio nubes adducit, non tamen pluit, donec & plurimæ fuerint, & adunatæ refrigescant, sive ex seipsis hoc frigus producant, sive aliunde accipiant. Dicitur Auster, dum parvus est, nubes non adducere, sed tantum dum vehementius spirat. Quia dum parvus est ex propinquo venit, nempe ex loco ubi plurimi vapores non educuntur. Si nubes & humorem non afferat, malignus est, quia halitus malignos & calidos secum devehit.

Dicitur Favonius amplissimas nubes adducere, quia nempe flat ab occidente, & ex mari plurimos halitus adducit. Moderatus tamen temperatissimus est, quia humorem secum affert.

Quærunt nonnulli cur vento in carbasa impingente altius naves demergantur. Respondeo me de experientia dubitare: video quidem, navigium in eam partem inclinare in quam impellit ventus; absolute tamen non video naves profundius demergi, nisi id proveniat ex loco in quo impellunt navim, nempe satis remoto ab aquis quibus insistunt naves.

Venti regulares sunt plures in mari quàm in terra, ob frequentia montium, & sylvarum impedimenta, minus frequentes sunt, quàm liberi, seu qui nullis tenentur legibus. Quia nempe qui certis tenentur legibus causas habent regulares, & continuas; ergo non violentas. Ratio ulterior est quia venti regulares ex sobita rarefactione non oriuntur, sed ex successiva; in temperatis zonis ut plurimum regnant, quia cum in iis nec calor, nec frigus prævaleat, crebrior fit mutatio à calore ad frigus, unde potius manè, & vesperè incipiunt. Juxta maris littora sæpe cum æstu mutatur ventus. Quia cum aër mari insistat per gravitatem, nisi adsit causa determinans & aliò impellens, hanc sequitur determinationem. Secundò cum æstus maris fiat à spiritibus è fundo maris erumpentibus, hi ubi in aëre fuerint, ventos ciere possunt, aut juvare, & intendere.



I. TABULA

I. TAB. *Loxedromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.	M.	Rhomb. I. G. 11.15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. II. G. 22. 30. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. III. G. 33.45. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. IV. G. 45.0. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56.15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67.30. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G. M.	Iter. Mil.
0	0	0. 0	0	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 6	0.	0. 1	4.
	10	0. 2	8.	0. 4	11.	0. 7	12.	0. 10	13.	0. 15	20.	0. 24	25.	0. 52	52.
	20	0. 4	10.	0. 12	21.	0. 13	24.	0. 20	26	0. 30	36.	0. 48	32.	1. 38	100.
	30	0. 6	32.	0. 12	32.	0. 20	36.	0. 30	43.	0. 43	52.	1. 12	80.	2. 10	152.
	40	0. 8	41.	0. 16	43.	0. 27	48.	0. 40	56	1. 0	70.	1. 36	104.	3. 20	2 4.
	50	0. 10	52.	0. 20	54.	0. 33	60.	0. 50	72	1. 15	88.	2. 0	131.	4. 0	256.
1	0	0. 12	61.	0. 24	64.	0. 40	72.	1. 0	84.	1. 30	108	2. 24	157.	5. 2	308.
	10	0. 14	72.	0. 29	75.	0. 47	84.	1. 10	102.	1. 45	127.	2. 49	184.	5. 3	360.
	20	0. 16	81.	0. 33	84.	0. 53	96.	1. 20	112	2. 0	144.	3. 12	208.	6. 44	412.
	30	0. 18	92.	0. 37	95.	1. 0	105.	1. 30	127.	2. 15	160	3. 38	236.	7. 35	464.
	40	0. 20	101.	0. 45	106.	1. 7	120.	1. 40	140	2. 30	184.	4. 2	260.	8. 22	312.
	5	0. 22	112.	0. 41	119.	1. 13	132.	1. 50	155.	1. 45	196.	4. 26	288.	9. 13	564.
2	0	0. 24	123.	0. 41	130.	1. 20	144.	2. 0	162.	3. 0	216.	4. 50	312.	10. 4	608.
	10	0. 26	132.	0. 53	142.	1. 27	156.	2. 10	184.	3. 25	235.	5. 14	40.	10. 55	662.
	20	0. 28	142.	1. 57	151.	1. 33	168	2. 20	196.	3. 30	254.	5. 38	364.	11. 42	716.
	30	0. 30	153.	P. 2	160.	1. 40	180.	2. 30	221.	3. 45	272.	6. 2	391.	12. 33	768.
	40	0. 32	164.	1. 6	171.	1. 47	192.	2. 40	226.	4. 0	288.	6. 25	416.	13. 24	20.
	50	0. 34	173.	1. 10	183.	1. 53	204.	2. 50	240	4. 15	308.	6. 50	444.	.26	872.
3	0	0. 36	184	1. 19	195.	2. 0	216.	3. 0	236.	4. 30	326.	7. 14	472.	15. 7	924.
	10	0. 38	193.	1. 19	205.	2. 7	228.	3. 10	272.	4. 41	344.	7. 32	496.	15. 54	963.
	20	0. 40	204.	1. 23	216.	2. 13	240.	3. 20	184	5. 0	360.	8. 2	524.	16. 49	1028.
	30	0. 42	215.	1. 27	227.	2. 20	252.	3. 30	296.	5. 1	376.	8. 2	548.	17. 57	1076.
	43	0. 44	224.	1. 32	23 .	2. 27	264	3. 40	310	5. 30	394	8. 52	576.	18. 27	1128.
	50	0. 45	235.	1. 36	248.	2. 33	270.	3. 50	3 4	3. 4	411.	9. 13	600	9. 8	1180.
4	0	0. 48	244.	1. 39	260.	2. 40	288.	4. 0	3 8.	6. 0	430.	9. 39	628	10. 9	32.
	10	0. 50	235.	1. 44	270.	2. 47	30 .	4. 10	350.	6. 15	450.	10. 4	652	21. 0	18.
	20	0. 52	16 .	1. 48	280.	2. 54	312.	4. 20	365.	6. 30	468.	10. 29	680.	21. 48	12
	30	0. 54	27 .	1. 52	291.	3. 10	14.	4. 30	380.	6. 45	484.	10. 23	7 4	21. 39	84.
	40	0. 56	285.	1. 56	300.	3. 71	316.	4. 40	39 .	7. 0	5 4.	11. 17	732.	23. 30	6.
	50	0. 58	296.	2. 0	311.	3. 14	348.	4. 50	412.	7. 15	520.	11. 40	756.	24. 21	1488.
5	0	1. 0	305.	2. 4	321.	3. 20	260.	5. 0	421.	7. 30	540.	12. 5	784.	25. 9	15 .
	10	1. 2	316.	2. 8	334.	3. 27	372.	5. 10	436.	7. 45	560.	12. 29	812	26. 8	592.
	20	1. 4	325.	2. 12	344.	3. 34	384.	5. 20	452.	8. 0	576.	12. 53	836.	26. 51	1640.
	30	1. 6	33 .	2. 16	355.	3. 40	392.	5. 30	468.	8. 15	596.	13. 17	864.	27. 42	1692.
	40	1. 8	345.	2. 20	367.	3. 47	408.	5. 40	48	8. 30	612.	13. 42	892.	28. 33	1744.
	50	1. 10	356.	2. 24	379.	3. 54	420.	5. 50	495.	8. 43	632.	14. 6	916.	19. 25	1796.
6	0	1. 12	367.	2. 28	389.	4. 1	432.	6. 0	528.	9. 0	648.	13. 30	940.	30. 14	1844.
	10	1. 14	372.	2. 33	400.	4. 7	444.	6. 10	520.	9. 45	464.	14. 55	968.	31. 3	1895.
	20	1. 16	388.	1. 37	411.	4. 14	456.	6. 20	516.	9. 30	684.	15. 19	992.	31. 54	1948.
	30	1. 18	397.	2. 41	420.	4. 21	468.	6. 30	552.	9. 45	7.0.	15. 44	1020.	12. 42	2070.
	40	1. 20	408.	2. 45	429.	4. 27	480.	6. 40	564.	10. 0	720.	15. 8	2044.	13. 37	20 2.
	50	1. 22	411.	2. 50	440.	4. 34	492.	6. 50	510	10. 15	736.	16. 33	1072.	34. 25	2100.
7	0	1. 24	428.	2. 54	452.	4. 41	504.	7. 0	592.	10. 30	750.	16. 57	1096.	35. 18	2152.
	10	1. 26	439.	2. 58	464.	4. 47	516.	7. 10	608.	10. 45	772.	17. 21	1124.	36.	2204.
	20	1. 28	45 .	3. 2	476.	4. 54	528.	7. 10	624.	11. 0	792.	17. 45	1148.	37. 0	2256.
	30	1. 30	460	3. 6	488.	5. 1	540.	7. 30	636.	11. 15	812.	18. 10	1176.	37. 30	2308.
	40	1. 32	470.	3. 11	499.	5. 8	552	7. 40	652.	11. 30	828.	18. 34	1200.	38. 29	2360.
	50	1. 34	480.	3. 15	508.	5. 14	564.	7. 50	664.	11. 45	844.	18. 58	1228.	39.	2408.
8	0	1. 36	489.	3. 19	20.	5. 21	576.	8. 0	680.	12. 0	864.	19. 22	1256.	40. 21	2460.
	10	1. 38	500.	3. 24	512.	5. 28	588.	8. 10	692.	12. 15	880.	19. 47	1 80.	41. 12	2512.
	20	1. 40	509.	3. 28	541.	5. 35	600.	8. 20	704.	12. 30	900.	20. 11	1304.	42. 4	2504.
	30	1. 42	520.	3. 32	552.	5. 42	612.	8. 30	720.	12. 45	920	20. 3	1332.	42. 15	2612.
	4	1. 44	529.	3. 36	561.	5. 48	624.	8. 40	732.	13. 0	936.	21. 0	1360.	43. 43	2664.
	50	1. 46	540.	3. 40	572.	5. 55	636.	8. 50	748.	13. 15	956.	21. 24	1384.	44. 34	2716.
9	0	1. 48	551.	3. 44	583.	6. 2	648.	9. 6	764.	13. 30	972.	21. 50	1412.	45. 26	2768.
	10	1. 50	560.	3. 49	595.	6. 8	660.	9. 10	776.	13. 45	988.	22. 14	1416.	46. 18	2820.
	20	1. 12	569.	3. 33	604.	6. 15	672.	9. 20	792.	14. 0	1008.	22. 39	1465.	47. 9	2872.
	30	1. 54	580.	3. 57	616.	6. 22	684.	9. 30	808.	14. 15	1024.	23. 3	1488.	47. 7	920.
	40	1. 56	591.	4. 1	625.	6. 29	695.	9. 40	814.	14. 30	1024.	23. 27	1516.	48. 49	2972.
	50	1. 58	600.	4. 5	636.	6. 35	708.	9. 50	835.	14. 45	1060.	23. 52	1544.	49. 41	3024.

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.	M.	Rhomb. I. G. 11.15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. II. G. 22. 30. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. III. G. 33. 45. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. IV. G. 45. 0. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. V. G. 56. 15. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G. M.	Iter. Mil.
10	0	2. 0	612.	4.10	648.	6.42	720.	10. 5	843.	15. 3	1080.	24.16	1568.	50. 32	3096.
	10	2. 2	622.	4.14	659.	6.49	731.	10. 13	861.	15. 17	1097.	24.41	1594.	51. 24	3120.
	20	2. 4	632.	4.18	670.	6.56	744.	10. 23	876.	15. 33	1114.	25. 5	1620.	52. 16	3170.
	30	2. 6	642.	4.22	681.	7. 1	756.	10. 33	890.	15. 47	1131.	25.30	1646.	53. 4	3221.
	40	2. 8	652.	4.26	691.	7. 9	768.	10. 44	904.	16. 2	1149.	25.54	1672.	53. 56	3272.
	50	2.10	662.	4.30	701.	7.16	780.	10.54	918.	16. 18	1167.	26.18	1698.	54. 48	3323.
11	0	2.12	671.	4.34	712.	7.23	792.	11. 4	932.	16. 34	1184.	26.43	1724.	55. 36	3380.
	10	2.14	681.	4.38	723.	7.30	804.	11. 14	946.	16. 49	1203.	27. 8	1750.	56. 28	3432.
	20	2.16	692.	4.42	734.	7.36	816.	11. 24	960.	17. 5	1222.	27.32	1776.	57. 20	3484.
	30	2.18	702.	4.48	745.	7.44	828.	11. 34	974.	17. 19	1241.	27.58	1802.	58. 12	3536.
	40	2.20	712.	4.54	758.	7.51	840.	11. 44	988.	17. 35	1260.	27.22	1828.	59. 4	3588.
	50	2.22	725.	4.58	769.	7.58	852.	11. 55	1002.	17. 50	1218.	28.47	1854.	59. 56	3640.
12	0	2.24	736.	5. 2	780.	8. 4	864.	12. 5	1016.	18. 5	1296.	29. 11	1880.	60. 48	3692.
	10	2.26	746.	5. 5	791.	8.11	876.	12. 15	1030.	18. 20	1314.	29.36	1906.	61. 36	3743.
	20	2.28	756.	5. 9	802.	8.18	888.	12. 26	1044.	18. 36	1332.	30. 0	1932.	62. 28	3794.
	30	2.30	766.	5.13	813.	8.25	900.	12. 35	1059.	18. 51	1350.	30.23	1958.	63. 20	3845.
	40	2.32	776.	5.17	824.	8.32	912.	12. 46	1074.	19. 2	1368.	30.50	1984.	64. 15	3897.
	50	2.34	786.	5.21	833.	8.39	924.	12. 56	1089.	19. 22	1386.	31.15	2010.	65. 5	3949.
13	0	2.36	796.	5.26	844.	8.46	936.	13. 6	1104.	19. 38	1404.	31. 39	2036.	65. 55	4000.
	10	2.38	806.	5.30	855.	8.52	948.	13. 17	1118.	19. 52	1422.	32. 4	2063.	66. 46	4051.
	20	2.40	816.	5.34	866.	8.59	960.	13. 28	1132.	20. 8	1440.	32. 29	2090.	67. 38	4102.
	30	2.43	826.	5.38	877.	9. 6	972.	13. 38	1146.	20.24	1458.	32.5[illegible]	2117.	68. 30	4153.
	40	2.45	836.	5.43	887.	9.14	984.	13. 48	1161.	20.39	1476.	33.18	2144.	69. 23	4205.
	50	2.47	846.	5.47	897.	9.21	999.	13. 58	1174.	20. 54	1494.	33.43	2170.	70. 15	4256.
14	0	2.49	856.	5.51	908.	9.28	1008.	14. 8	1188.	21. 10	1512.	34.1[illegible]	2186.	71. 8	4308.
	10	2.51	866.	5.55	919.	9.34	1020.	14. 18	1202.	21. 25	1530.	34.34	2222.	71. 57	4358.
	20	2.53	876.	6. 0	930.	9.41	1032.	14. 29	1216.	21. 40	1548.	34.59	2248.	72. 94	4408.
	30	2.55	886.	6. 4	941.	9.47	1044.	14. 40	1230.	21. 55	1566.	35.24	2274.	73. 41	4459.
	40	2.57	895.	6. 8	951.	9.54	1057.	14. 49	1244.	22. 11	1584.	35.49	2300.	74. 34	4510.
	50	2.59	906.	6.13	961.	10. 1	1070.	14. 59	1258.	22. 26	1602.	36.13	2326.	75. 23	4561.
15	0	3. 1	916.	6.17	972.	10. 8	1084.	15. 10	1172.	22. 43	1620.	36.58	2332.	76. 16	4612.
	10	3. 3	926.	6.21	983.	10. 15	1096.	15. 21	1286.	22. 57	1638.	37.13	2378.	77. 9	4663.
	20	3. 6	936.	6.26	994.	10. 22	1108.	15. 31	1300.	23. 14	1656.	37.28	2404.	78. 2	4714.
	30	3. 8	946.	6.30	1006.	10. 30	1120.	15. 41	1314.	23. 28	1674.	37.52	2430.	78. 55	4766.
	40	3.10	956.	6.34	1018.	10. 37	1132.	15. 51	1328.	23. 44	1692.	38.18	2456.	79. 47	4817.
	50	3.12	966.	6.35	1029.	10. 44	1144.	16. 1	1342.	24. 4	1610.	38.42	2472.	80. 38	4869.
16	0	3.14	976.	6.43	1040.	10. 50	1156.	16. 12	1356.	24. 15	1728.	39. 8	2508.	81. 29	4920.
	10	3.16	986.	6.47	1051.	10. 56	1168.	16. 23	1370.	24. 31	1746.	39.34	2534.	82. 18	4972.
	20	3.18	996.	6.51	1062.	11. 3	1180.	16. 33	1384.	24. 47	1764.	39.58	2560.	83. 26	5022.
	30	3.20	1006.	6.55	1073.	11. 10	1192.	16. 44	1398.	25. 2	1782.	40.25	2588.	84. 9	5073.
	40	3.22	1017.	6.59	1083.	11. 17	1204.	16. 55	1412.	25. 18	1802.	40.50	2602.	84. 58	5125.
	50	3.24	1028.	7. 4	1093.	11. 24	1216.	17. 3	1426.	25. 34	1818.	41.15	2628.	85. 55	5177.
17	0	3.26	1040.	7. 9	1104.	11. 33	1228.	17. 15	1440.	25. 49	1836.	41.40	2664.	86. 44	5228.
	10	3.28	1050.	7.13	1115.	11. 39	1240.	17. 25	1454.	26. 6	1854.	42. 5	2690.	87. 38	5279.
	20	3.30	1060.	7.17	1126.	11. 46	1252.	17. 36	1468.	26. 21	1872.	42.3[illegible]	2716.	88. 31	5330.
	30	3.32	1070.	7.21	1136.	11. 53	1264.	17. 47	1483.	26. 36	1890.	42.5[illegible]	2742.	89. 25	5381.
	40	3.34	1080.	7.26	1147.	12. 0	1276.	17. 57	1498.	26. 52	1908.	43.22	2768.	90. 18	5432.
	50	3.36	1080.	7.30	1157.	12. 7	1288.	18. 8	1513.	27. 8	1926.	43.46	2704.	91. 7	5483.
18	0	3.38	1100.	7.34	1168.	12. 14	1300.	18. 19	1528.	27. 24	1944.	44.11	2820.	92. 1	5536.
	10	3.40	1110.	7.40	1179.	12. 21	1312.	18. 29	1542.	27. 39	1962.	44.37	2846.	92. 55	5587.
	20	3.42	1120.	7.44	1190.	12. 28	1324.	18. 39	1556.	27. 55	1980.	44. 2	2872.	93. 44	5638.
	30	3.44	1130.	7.48	1201.	12. 35	1336.	18. 49	1570.	28. 12	1998.	45.27	2899.	94. 40	5690.
	40	3.46	1140.	7.52	1211.	12. 42	1348.	19. 0	1584.	28. 27	2016.	45.55	2926.	95. 33	5741.
	50	3.49	1150.	7.57	1221.	12. 49	1360.	19. 10	1598.	28. 42	2034.	46.18	2953.	96. 26	5793.
19	0	3.51	1160.	8. 1	1232.	12. 56	1372.	69. 21	1612.	28. 58	2052.	46.55	2980.	97. 10	5844.
	10	3.53	1170.	8. 5	1243.	13. 3	1384.	19. 31	1626.	29. 14	2070.	47.11	3006.	98. 14	5895.
	20	3.55	1180.	8.10	1254.	13. 11	1396.	19. 42	1640.	29. 30	2088.	47.36	3031.	99. 4	5946.
	30	3.57	1190.	8.14	1265.	13. 18	1408.	19. 53	1654.	29. 46	2106.	48. 2	3057.	99. 58	5997.
	40	3.56	1201.	8.19	1277.	13. 25	1420.	20. 4	1667.	30. 2	2124.	48.27	3072.	101. 12	6048.
	50	4. 1	1212.	8.23	1288.	12. 31	1432.	20. 14	1680.	30. 18	2142.	48.51	3108.	100. 56	6100.

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

		Rhomb I.		Rhom. II.		Rho. III.		Rho. IV.		Rhom. V.		Rho. VI.		Rho. VII.	
		Gr. 11. 15.		G. 22. 30.		G. 33. 45.		G. 45. 0.		G. 56. 15.		G. 67. 30.		G. 78. 45.	
Latit.		Lon.	Iter.	Lon.	Iter.	Lon.	Iter.	Lon.	Iter.	Lon.	Iter.	Lon.	Iter.	Lon.	Iter.
G.	M.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.	G.M.	Mil.
20	0	4. 4	1224	8. 28	1300	13.39	1444	20.25	1696	30.34	2160	49.18	3130	102.40	6152
	10	4. 7	1234	8. 32	1310	13.46	1453	20.35	1710	30.50	2178	49.44	3162	103.30	6203
	20	4. 9	1244	8. 36	1320	13.53	1468	20.46	1724	31. 6	2196	50. 9	3188	104.25	6254
	30	4.11	1254	8. 41	1331	14. 2	1480	20.57	1738	31.21	2214	50.35	3214	105.19	6305
	40	4.13	1264	8. 45	1342	14. 8	1492	21. 7	1752	31.57	2232	50. 1	3240	106.14	6356
	50	4.15	1274	8. 49	1353	14.13	1504	21.18	1746	32.53	2250	51.26	3266	107. 8	6408
21	0	4.17	1284	8. 54	1364	14.22	1516	21.28	1780	32. 9	2268	51.32	3292	108. 5	6460
	10	4.19	1294	8. 59	1374	14.29	1528	21.39	1796	32.25	2286	52.20	3318	108.53	6410
	20	4.21	1304	9. 3	1384	14.36	1540	21.50	1810	32.42	2304	52.45	3344	109.49	6560
	30	4.23	1314	9. 7	1394	14.44	1552	22. 1	1825	32.57	2312	53.13	3370	110.45	6611
	40	4.25	1324	9. 12	1404	14.51	1564	22.12	1839	33.14	2340	53.57	3396	111.38	6662
	50	4.27	1334	9. 16	1414	14.58	1576	22.22	1834	33.30	2418	54. 3	3412	112.32	6714
22	0	4.29	1344	9. 20	1428	15. 5	1588	22.33	1868	33.46	2376	54.29	3448	113.25	6764
	10	4.31	1354	9. 25	1438	15.12	1600	22.44	1882	34. 1	2394	54.53	3474	114.20	6815
	20	4.23	1344	9. 30	1448	15.19	1612	22.55	1896	34.18	2412	55.21	3500	115.25	6866
	30	4.35	1373	9. 34	1459	15.26	1642	23. 6	1910	34.35	2430	55.47	3516	116. 5	6921
	40	4.37	1386	9. 38	1470	15.33	1630	23.17	1924	34.51	2448	56.13	3552	117. 4	6972
	50	4.40	1397	9. 43	1482	15.41	1648	23.28	1938	35. 7	2466	56.39	3578	117.58	7023
23	0	4.42	1408	9. 48	1492	15.48	1660	23.39	1952	35.23	2484	57. 5	3604	118.10	7273
	10	4.44	1418	9. 52	1502	15.55	1672	23.45	1966	35.40	2502	57.31	3630	119.45	7124
	20	4.46	1428	9. 57	1512	16. 3	1684	24. 0	1980	35.56	2520	57.57	3656	120.22	7176
	30	4.48	1438	10. 2	1523	16.10	1696	24.11	1994	36.12	2538	58.23	3683	121.37	7228
	40	4.50	1468	10. 7	1534	16.17	1708	24.22	2008	36.28	2556	58.51	3710	122.12	7280
	50	4.52	1458	11.11	1545	16.24	1720	24.33	2022	36.45	2574	59.18	3737	123.24	7522
24	0	4.53	1468	10.15	1556	16.31	1732	24.44	2036	37. 1	2591	59.44	3764	124.24	7384
	10	4.57	1478	10.19	1567	16.39	1744	24.54	2050	37.17	2610	60.11	3790	125.15	7434
	20	4.59	1488	10.24	1578	16.46	1756	24. 6	2064	37.74	1628	60.37	3816	126.11	7484
	30	5. 2	1498	10.29	1589	16.53	1768	25.17	2078	37.50	2645	61. 3	3542	127. 7	7535
	40	5. 4	1508	10.33	1600	17. 1	1780	25.28	2092	38. 7	2664	61.30	3568	128. 0	7585
	50	5. 6	1518	10.37	1612	17. 8	1792	25.72	2106	38.25	2682	61.56	3594	128.57	7656
25	0	5. 8	1528	10.41	1614	17.16	1804	23.50	2120	38.40	2700	62.22	3920	119.52	7688
	10	5.10	1538	10.46	1634	17.23	1806	26. 1	2134	38.56	2718	62.49	3946	130.48	7740
	20	5.12	1548	10.51	1644	17.30	1828	26.12	2148	39.13	2736	63.15	3972	131.44	7791
	30	5.14	1558	10.56	1655	17.38	1843	26.23	2163	39.29	2754	63.42	3998	132.56	7844
	40	5.16	1568	11. 1	1666	17.45	1852	26.34	2178	39.46	2772	64. 9	4024	133.13	7899
	50	3.18	1578	11. 5	1677	17.52	1864	26.45	2193	40. 2	2790	64.34	4050	134.29	7948
26	0	5.22	1588	11. 9	1688	18. 0	1876	26.56	2108	40.19	1808	65. 2	4076	135.26	8000
	10	5.23	1598	11.14	1698	18. 7	1888	27. 7	2122	40.36	1826	65.32	4102	136.23	8051
	20	5.26	1608	[illegible]	1708	18.15	1900	27.18	2236	40.53	1844	65.56	4128	136.20	8102
	30	5.28	1619	11.23	1719	18.22	1912	27.29	2250	41. 9	2862	66.25	4154	138.17	8152
	40	5.30	1630	11.28	1729	18.30	1924	27.40	2264	41.26	2880	66.30	4180	139. 9	8203
	50	5.32	1641	11.32	1741	18.37	1936	27.52	2278	41.42	1898	67.19	4206	140.17	8254
27	0	5.34	1652	11.37	1752	18.45	1984	28. 3	2292	42. 0	1916	67.45	4232	141. 4	8304
	10	5.36	1662	11.42	1763	18.52	1960	28.14	2306	42.17	2934	68.12	4258	142. 1	8355
	20	5.39	1672	11.47	1774	19. 0	1972	28.23	2320	42.33	2952	68.39	4284	142.56	8406
	30	5.41	1682	11.51	1785	19. 7	1984	28.37	2334	42.5	2970	69. 6	4310	143.31	8461
	40	5.43	1692	11.56	1796	19.15	1096	28.49	2348	43. 7	2988	69.23	4336	144.49	8512
	50	5.46	1702	11. 1	1888	19.22	2008	28.59	2362	43.24	3006	70. 0	4372	145.46	8562
28	0	3.48	1712	12. 6	1820	19.30	2020	29.11	2376	43.41	3024	70.27	4388	146. 4	8812
	10	3.50	1722	12.10	1830	19.37	2032	29.22	2390	43.58	3042	70.15	4414	147.33	8664
	20	5.52	1732	12.15	1840	19.45	2044	29.34	2404	44.13	3060	71.22	4440	148.15	8716
	30	5.55	1742	12.20	1851	19.56	2056	29.46	2418	44.32	3078	71.49	4466	149.53	8768
	40	3.57	1752	12.25	1862	20. 0	2068	29.57	2432	44.49	3096	72.19	4493	150.15	8820
	50	6. 0	1762	12.30	1873	20. 8	2080	30. 8	2446	45. 9	3114	72.44	4320	151.29	8872
29	0	6. 1	1772	12.34	1884	20.16	2092	30.19	2460	45.23	3192	73.14	4548	152.28	8928
	10	6. 4	1782	12.39	1894	20.23	2104	30.31	2474	45.40	3150	73.41	4573	153.24	8980
	20	6. 7	1792	12.43	1905	20.30	2116	30.43	2488	45.57	3168	74. 9	4600	154.23	9032
	30	6. 9	1803	12.48	1915	20.38	2128	30.34	2502	46.15	3186	74.37	4628	155.19	9084
	40	6.11	1813	12.52	1925	20.46	2130	31. 3	2517	46.32	3204	75. 4	4655	156.17	9136
	50	6.13	1824	12.57	1936	20.54	2252	31.27	2532	46.49	3220	75.32	4676	157.26	9176

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.	M.	Rhomb I. Gr. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G. M.	Iter. Mil.
30	0	6. 16	1832	13. 2	1948	21. 1	2164	31.28	2544	47. 6	3240	76. 0	4704	158.15	9128
	10	6. 18	1843	13. 7	1958	21. 9	2176	31.40	2558	47.24	3258	76.27	4730	159.12	9279
	20	6. 20	1862	13.11	1968	21.17	2188	31.50	2572	47.41	3276	76.55	4756	160. 8	9330
	30	6. 21	1863	13.16	1978	21.24	2200	32. 3	2587	48.58	3294	77.23	4782	161. 8	9381
	40	6. 25	1874	13.21	1989	21.32	2212	32.15	2602	48.16	3312	77.51	4808	162. 7	9431
	50	6. 27	1815	13.26	2000	21.40	2224	32.26	2617	48.33	3430	78.19	4830	163. 6	9481
31	0	6. 29	1892	13.30	2012	21.47	2236	32.38	2652	48.50	3348	78.47	4860	164. 3	9532
	10	6. 31	1906	13.35	2022	21.55	2248	32.49	2646	49. 8	3366	79.17	4886	165. 5	9584
	20	6. 34	1918	13.40	2032	22. 3	2160	33. 0	2660	49.23	3384	79.43	4912	166. 1	9636
	30	6. 36	1926	13.45	2042	22.11	2272	33.12	2674	49.43	3402	80.13	4938	167. 0	9688
	40	6. 39	1936	13.50	2013	22.19	2284	33.25	2688	50. 1	3420	80.41	4964	168. 0	9740
	50	6. 41	1946	15.56	2064	22.27	2296	33.37	2702	50.18	3438	80.10	4990	169. 0	9792
32	0	6. 45	1956	14. 1	2076	22.34	2308	33.48	2716	50.36	3456	81.38	5016	170. 0	9844
	10	6. 46	1966	14. 6	2087	22.42	2320	34. 0	2730	50.53	3474	81. 6	5042	170.55	9895
	20	6. 48	1976	14.10	2098	22.50	2332	34.12	2744	51.11	3492	82.35	5068	171.55	9946
	30	6. 50	1987	14.15	2109	22.58	2344	34.24	2758	51.29	3510	83. 3	5094	172.56	9997
	40	6. 52	1998	14.20	2120	23. 6	2356	34.56	2772	51.47	3528	83.22	5120	173.56	10047
	50	6. 55	2009	14.25	2132	23.14	2368	34.48	2786	52. 4	3546	84. 1	5146	174.53	10098
33	0	6. 57	2020	14.30	2144	23.21	2380	35. 0	2800	52.22	3564	84.29	5172	175.54	10148
	10	7. 0	2030	14.35	2154	23.30	2392	35.12	2814	52.40	3581	84.58	5198	176.55	10260
	20	7. 3	2040	14.40	2164	23.38	2405	35.25	2828	52.58	3600	85.26	5224	177.56	10252
	30	7. 5	2050	14.45	2174	23.46	2418	35.35	2842	53.16	3618	85.55	5251	178.57	10303
	40	7. 8	2060	14.49	2184	23.54	2430	35.47	2856	53.34	3636	86.26	5278	179.58	10354
	50	7. 10	2070	14.54	2194	24. 2	2443	35.59	2870	53.52	3654	86.32	5305	180.57	10406
34	0	7. 13	2080	14.59	2204	24.10	[illegible]56	36.11	2884	54.10	3672	87.24	5332	181.56	10458
	10	7. 15	2090	15. 4	2214	14.18	2468	36.23	2898	54.28	3690	87.52	5358	182.57	10509
	20	7. 18	2100	15. 9	2224	24.26	2480	36.35	2912	54.46	708	88.21	5384	183.59	10560
	30	7. 20	2110	15.14	2234	24.34	2492	36.47	2926	55. 4	3726	88.50	5410	184.59	10611
	40	7. 22	2120	15.20	2245	24.42	2504	36.59	2940	55.22	3744	89.20	5436	185.58	10662
	50	7. 24	2130	15.25	2256	24.50	2516	37.11	2954	55.41	3762	89.49	5462	187. 0	10713
35	0	7. 26	2140	15.29	2268	24.59	2528	37.24	2968	55.59	3780	90.19	5488	188. 2	10764
	10	7. 29	2150	15.34	2278	25. 7	2539	37.36	2982	56.[illegible]	3798	90.48	5514	189. 5	10815
	20	7. 31	2160	15.39	2288	25.15	3550	37.48	1996	56.35	3816	91.18	5540	190. 4	10866
	30	7. 34	2171	15.44	2298	25.23	2561	38. 0	3011	56.54	3834	91.48	5566	191. 6	10917
	40	7. 36	2182	15.50	2308	25.31	2572	38.13	3026	57.12	3852	92.17	5592	192. 9	10968
	50	7. 38	2193	15.55	2319	25.40	2584	38.25	3041	57.30	3870	92.46	5618	193.11	11020
36	0	7. 41	2204	16. 0	2340	25.49	2596	38.38	3056	57.49	3888	93.16	5644	194.14	11072
	10	7. 46	2214	16. 5	2350	25.57	2607	38.50	3070	58. 8	3906	93.48	5670	195.17	11125
	20	7. 46	2224	16.11	2360	26.15	2618	39. 3	3084	58.26	3924	94.16	5696	196.18	11178
	30	7. 48	2234	16.16	2370	26.13	2629	39.15	3798	58.4[illegible]	3142	94.48	5722	197.20	11231
	40	7. 50	2244	16.21	2381	26.21	2640	39.27	3112	59. 3	3950	95.18	5748	198.22	11274
	50	7. 53	2254	16.26	2392	26.30	2651	39.[illegible]	3126	59.22	3978	95.48	5774	199.26	11338
37	0	7. 56	2264	16.32	2404	26.38	2672	39.53	3141	59.41	3996	95.18	5800	200.29	18.92
	10	7. 59	2274	16.37	2414	26.47	2684	40.[illegible]	3154	60. 0	4014	96.48	5826	201.31	11440
	20	8. 2	2284	16.42	2424	26.55	2696	40.18	3168	60.18	4032	97.18	5851	202.33	11490
	30	8. 4	2294	16.47	2415	27. 3	2708	40.32	3182	60.37	4050	97.48	5[illegible]78	203.37	11540
	40	8. 6	2304	16.52	2446	27.12	2719	40.43	3196	60.56	4068	98.19	5904	204.41	11589
	50	8. 9	2314	16.57	2457	27.20	2730	40.56	3210	61.15	4086	98.49	5930	205.46	11638
38	0	8. 11	2324	17. 2	2468	27.28	2740	41. 8	3224	61.34	4104	99.19	5956	206.50	11688
	10	8. 13	2334	17. 8	2478	27.37	2752	41.21	3258	61.52	4122	99.49	5982	207.54	11739
	20	8. 16	2344	17.13	2488	27.45	2764	41.33	3152	61.12	4140	100.2	[illegible]	208.55	11790
	30	8. 19	2354	17.18	2498	27.54	2776	41.46	3260	62.31	4158	100.[illegible]	[illegible]	210. 0	11841
	40	8. 21	2364	17.23	2509	28. 3	2788	42.[illegible]	3280	62.50	4176	101.24	6061	211. 5	11892
	30	8. 24	2374	17.28	2520	27.11	2800	42.13	3294	63. 9	4194	101.52	6088	212.10	11942
39	0	8. 26	2384	17.32	2532	28.20	2812	42.26	3308	63.29	4212	102.26	6116	213.15	11992
	10	8. 28	2394	17.19	2542	28.29	2824	42.39	3322	63.48	4230	102.56	6142	214.20	12042
	20	8. 31	2404	17.44	2552	28.37	2836	42.52	3336	64. 7	4248	103.28	6168	215.24	12092
	30	8. 34	2415	17.49	2563	28.46	2848	42. 4	3350	64.27	4266	103.58	6193	216.29	12142
	40	8. 37	2425	17.55	2573	28.55	2862	43.17	3365	64.46	4284	104.30	6219	217.35	12192
	30	8. 39	2436	18. 0	2584	29. 4	2876	43.30	3380	65. 6	4300	105.22	6244	218.41	12242

I. TAB. *Loxodromicatum differentia longitudinis & miliaribus Italicis.*

Latit.	G.M.	Rhomb. I. Gr. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.
40	0	8.42	2448	18. 6	2596	29.12	2888	43.45	3396	65.25	4310	100.32	6272	219.42	12300
	10	8.44	2458	18.12	2607	29.21	2900	43.:6	3410	65.45	4338	106. 4	6298	221 49	12351
	20	8.47	2468	18.18	2618	29.30	2912	43. 9	3424	66. 4	4356	106.35	6324	221 56	12401
	30	8.49	2478	18.22	2629	29.38	2924	44.21	3439	66.14	4374	107. 6	6350	223. 3	12453
	40	8.52	2488	18.28	2640	29.47	2936	44.34	3452	66.44	4392	107.39	6376	224.10	12504
	50	8.55	2498	18.34	2652	29.56	2948	44.48	3466	67. 4	4410	108.10	6402	225.18	12556
41	0	8.57	2508	18.40	2664	30. 5	2960	45. 2	3480	67.23	4428	108.42	6428	226.33	12608
	10	9. 0	2518	18.45	2675	30.14	2972	45.16	3494	67.43	4446	109.16	6454	227.27	12659
	20	9. 3	2528	18.50	2685	30.23	2984	45.29	3508	68. 3	4464	109.46	6480	228.35	12710
	30	9. 6	2538	18.56	2695	30.32	2996	45.42	3522	68.23	4482	110.20	6506	225.43	12761
	40	9. 8	2548	19. 1	2706	30.40	3008	45.55	3536	68.43	4500	110.52	6532	230.46	12812
	50	9.21	2558	19. 6	2717	30.50	3020	46. 6	3550	69. 3	4518	111.25	6558	231.58	12864
42	0	9.13	2568	19.12	2728	31. 0	3032	46.22	3564	69.23	4536	111.56	6584	233. 3	12916
	10	9.16	2578	19.18	2738	31. 8	3044	46.36	3578	69.43	4554	112.29	6610	234 13	12967
	20	9.18	2588	19.23	2749	31.17	3056	46.49	3592	70. 4	4572	113. 1	6636	235.21	13018
	30	9 21	2599	19.29	2760	31.26	3068	47. 2	3606	70.24	4590	113.34	6663	236.30	13069
	40	9.24	2610	19. 35	2770	31. 55	3080	47.16	3620	70.44	4608	114. 6	6690	237.34	13120
	50	9.27	2621	19.40	2781	31.44	3092	47.30	3634	71. 4	4626	114.39	6671	238.43	13171
43	0	9.30	2632	19 46	2792	31. 53	3104	47.43	3648	71 25	4644	115.12	6744	239.53	13224
	10	9.32	2642	19. 51	2803	32. 2	3116	47.56	3661	71.49	4662	115.45	6770	241. 2	13275
	20	9.15	2652	19.57	2813	32. 11	3128	48 10	3676	72. 6	4680	816. 19	6796	242.32	13326
	30	9.57	2662	20. 3	2814	32.20	3140	48.25	3690	72.27	4698	116.51	6822	243.20	13377
	40	9.40	2672	20. 6	2814	32.29	3152	48.39	3704	72.47	4716	117.27	6848	244 34	13428
	50	9 43	2682	20.13	2845	32.38	3164	48.53	3718	73. 8	4734	117.58	6874	245.39	13480
44	0	9.46	2692	20.19	2856	32.47	3176	49. 6	3732	73.29	4752	118.34	6900	246.30	13532
	10	9.48	2702	20 26	2867	32.57	3188	49.20	3746	73.50	4770	119. 4	6916	248. 1	13583
	20	9.51	2712	20.32	2878	33. 7	3200	49 34	3760	74.11	4788	119.40	6952	249 12	13534
	30	9.54	2722	20.38	2889	33.16	3212	49.48	3774	74 31	4806	120.13	6977	250.23	13585
	40	9.57	2732	20.44	2901	33.23	3224	50. 6	3788	74.52	4824	120.48	7002	251.29	13736
	50	10. 0	2742	20.50	2912	33.34	3236	50.16	3802	75.12	4842	121.21	7027	252.41	13788
45	0	10. 3	2752	21.56	2924	33.44	3248	50.30	3816	75.35	4860	121.56	7052	253.34	13840
	10	10. 6	2762	22. 1	2935	33.53	3260	50.43	3830	75.56	4878	122.30	7078	255. 4	13891
	20	10. 8	2772	21. 7	2945	34. 2	3172	50.57	3844	76.17	4896	123. 4	7105	256.11	15942
	30	10.11	2782	21.16	2956	34.12	3284	51.12	3859	76.38	4914	123.38	7132	257.14	13993
	40	10. 14	2792	21.19	2966	34.23	3296	51.26	3874	77. 0	4932	124.13	7159	258.38	14044
	50	10.17	2802	21.25	2977	34.33	3308	51.40	3889	77.21	4950	124.47	7186	250.50	14096
46	0	10.19	2812	21.31	2988	34.42	3320	51.54	3904	77 43	4968	125 32	7212	261. 4	14148
	10	10.22	2822	21.36	2999	34.52	3332	52.10	3918	78. 4	4986	125.56	7238	262.12	14199
	20	10.25	2832	21.41	3009	35. 1	3344	52.25	3932	78.26	5004	126.31	7264	263.28	14250
	30	10.28	2843	21.48	3020	35.11	3356	52.39	3940	78.41	5022	127. 8	[illegible]91	264.39	14201
	40	10.31	2854	21.54	3030	35.21	3368	32.64	3960	79. 9	5040	127.44	7218	265.53	14252
	50	10.34	2865	22. 0	3041	35. 30	3380	53.28	3974	79.30	5058	128.12	7335	267. 8	14304
47	0	10.37	2876	22. 6	3052	35.40	3392	53.23	3988	79.53	5076	128.53	7372	268.23	14456
	10	10.40	2886	22.12	3063	35.50	3404	53.37	4002	80.15	5094	129.28	7398	269.32	14507
	20	10 43	2896	22.18	3073	36. 0	3416	53.52	4016	80.37	5112	130. 4	7424	270.47	14558
	30	10.45	2906	22.14	3084	36.10	3428	54. 6	4030	80.59	5130	130.40	7450	272. 4	14609
	40	10.48	2916	22.30	3094	36.20	3440	54.21	4044	81.22	5148	131.15	7476	273.18	14660
	50	10.51	2926	22.36	3105	36. 30	3452	54.36	4058	81 43	5166	131.52	7502	274.34	14712
48	0	10.54	2936	22.41	3116	36.80	3464	54.52	4072	82. 6	5184	132.25	7528	275.50	14764
	10	10. 57	2946	22.49	3127	36.50	3476	55. 5	4086	82.28	5202	133. 3	7554	277. 0	14815
	20	11. 0	2956	22 56	3138	37. 0	3488	55.22	4100	82.51	5220	133. 38	7580	278.17	14861
	30	11. 4	2966	23. 3	3149	37.10	3500	55 37	4114	83.14	5238	134.16	7606	279.34	14926
	40	11. 7	2976	23.10	3161	37.20	3512	55.51	4128	83.36	5256	134.54	7632	280.51	14972
	50	11.10	2986	23.16	3172	37. 30	3514	56. 7	4142	83.58	5274	135.28	7658	282. 8	15023
49	0	11.13	2996	23.22	3184	37.40	3536	56.24	4156	84.22	5292	136. 7	7684	283.23	15068
	10	11.16	1908	23. 27	3195	37 50	3548	56.38	4170	84.44	5310	136.42	7710	284.38	85119
	20	11. 19	2918	23. 33	3206	38. 0	3560	56.52	4184	85. 7	5328	137.20	7736	285.56	15176
	30	11.22	2929	23.40	3216	38.10	3572	57. 8	4198	85.30	5346	137.57	7761	287.14	13222
	40	11.25	2940	23.46	3226	38.20	3584	57.23	4213	85.54	5365	138.34	7789	288.33	15272
	50	11.28	3051	23.52	3236	37.30	3596	57.39	4228	85.16	5384	139.12	7816	289.46	15324

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.	M.	Rhomb. I. G. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45 Lon. G.M.	Iter. Mil.
50	0	11.31	3060	23.59	3248	38.42	3608	57.54	4244	86.14	5400	139.49	7840	291.58	15376
	10	11.34	3070	24. 5	3258	38.52	3620	58.12	4258	87. 3	5418	140.26	7866	292.14	15417
	20	11.37	3080	24.12	3268	39. 3	3632	58.26	4272	87.27	5436	141. 4	7892	293.44	15478
	30	11.40	3090	24.19	3279	39.13	3644	58.42	4286	87.50	5454	141.41	7918	295. 4	15478
	40	11.44	3100	24.26	3290	39.24	36,6	58.58	4300	88.10	5472	142.20	7944	296.24	15580
	50	11.47	3110	24.32	3310	39.34	3668	59.14	4314	88.39	5490	142.58	7970	297.45	15632
51	0	11.50	3120	24.38	3312	39.45	3680	59.30	4328	89. 1	5508	143.36	7996	299. 0	15684
	10	11.53	3130	24.45	3322	39.55	3692	59.46	4342	89.26	5526	144.17	8022	300.29	15735
	20	11.56	3140	24.52	3332	40. 6	3704	60. 1	4356	89.49	5544	144.52	8048	301.43	15785
	30	12. 0	3150	24.58	3343	40.16	3716	60.17	4370	90.13	5562	145.34	8074	303. 4	15837
	40	12. 3	3160	25. 5	3354	40.27	3728	60.33	4384	90.37	5580	146.12	8100	304.20	15888
	50	12. 6	3170	25.10	3365	40.38	3740	60.49	4398	91. 8	5598	146.51	8126	305.42	15940
52	0	12. 9	3180	25.18	3376	40.49	3752	61. 5	4412	91.25	5616	147.30	8152	307. 6	11992
	10	12.12	3190	25.25	3387	41. 0	3764	61.21	4426	91.50	5634	148. 9	8178	308.22	10043
	20	12.15	3200	25.32	3398	41.10	3776	61.37	4450	92.14	5652	148.48	8204	309.52	16094
	30	12.19	3210	25.39	3409	41.22	3788	61.54	4454	92.39	5670	149.28	8230	311.12	16145
	40	12.22	3220	25.45	3421	41.32	3820	62.10	4478	93. 3	5688	150. 7	8256	312.36	16197
	50	12.26	3230	25.52	3433	41.43	3812	62.26	4493	93.28	5706	150.47	8282	314.57	16149
53	0	12.29	3240	25.59	3444	41.55	3814	62.43	4508	93.53	5724	151.27	8308	315.22	16300
	10	12.32	3250	26. 6	3454	42. 6	3836	63. 0	4522	94.18	5742	152. 7	8338	316.46	16351
	20	12.36	3260	26.13	3464	42.17	3848	63.17	4536	94.43	5760	152.47	8356	318.12	16402
	30	12.39	3271	26.20	3473	42.28	3860	63.34	4550	95. 8	5778	153.27	8383	319.35	16453
	40	12.42	3282	26.27	3486	42.40	3871	63.51	4554	95.3[illegible]	5796	154.13	8410	320.56	16505
	50	12.45	3193	26.34	3497	42.55	3884	64. 8	4568	95.58	5834	154.48	8437	322.23	16557
54	0	12.49	3304	26.41	3508	43. 3	3896	64.24	4590	96.24	5832	135.32	8468	323.49	16608
	10	12.52	3314	26.48	3518	43.14	3908	64.41	4603	96.50	5850	136.13	8494	325.16	16655
	20	12.56	3324	26.58	3528	43.25	3920	64.58	4616	97.15	5868	156.54	8520	326.40	16710
	30	12.59	3334	27. 1	3539	43.37	3932	65.15	4629	97.40	5886	157.36	8524	328. 4	16761
	40	13. 2	3344	27.19	3550	43.48	3944	65.32	4642	97. 7	5904	158.47	8672	329.33	16813
	50	13. 5	3354	27.16	3561	44. 0	3956	65.50	4635	98.32	5922	158.58	8698	331. 1	16865
55	0	13. 9	3364	27.23	3572	44.12	3968	66. 2	4668	98.59	5940	159.40	8624	332.30	16916
	10	13.12	3374	27.32	3582	44.23	3980	66.26	4682	99.24	5958	160.22	8680	334. 0	1696[illegible]
	20	13.16	3384	27.38	3592	44.46	3992	66.41	4696	99.51	5976	161. 5	8676	335.21	17018
	30	15.20	3394	27.45	3603	44.58	4004	67. 1	4710	100.17	5994	161.47	8712	336.51	17070
	40	13.25	3404	27.53	3614	45.58	4016	67.19	4724	100.44	6012	162.29	8728	338.21	17122
	50	13.26	3414	28. 0	3625	45.10	4028	67.36	4738	101.10	6030	163.12	8757	339.52	17174
56	0	13.30	3424	28. 7	3636	45.22	4040	67.54	4753	101.37	6048	163.55	8780	341.23	17224
	10	13.33	3434	28.15	3646	45.33	4052	68.11	4766	102. 4	6066	164.40	8866	342.47	17275
	20	13.37	3444	28.22	3656	45.45	4064	68.29	4780	102.37	6084	165.21	8832	344.19	17326
	30	13.41	3452	28.30	3667	45.58	4076	68.47	4794	102.58	6102	166. 8	8858	345.52	17377
	40	13.44	3466	28.27	3678	46.81	4088	69. 5	4808	103.25	6120	166.52	8884	347.24	17428
	50	13.48	3477	28.45	3689	46.22	4100	69.24	4822	103.52	6138	167.36	8910	348.57	17479
57	0	13.52	3488	28.52	3700	46.55	4112	69.42	4836	104.20	6156	168.20	8936	350.27	17528
	10	13.56	3498	29. 0	3711	46.47	4124	70. 0	4850	104.40	6174	169. 4	8961	352. 0	17579
	20	14. 0	3508	29. 8	3722	46.59	4136	70.20	4864	105.15	6192	169.48	8988	353.21	17630
	30	14. 3	3518	29.15	3733	47.11	4148	70.38	4878	105.4[illegible]	6210	170.33	9914	355. 8	17681
	40	14. 7	3528	29.23	3745	47.24	4160	70.58	4892	106.11	6228	171.18	9040	356.41	17732
	50	14.11	3538	29.31	3737	47.37	4172	71.14	4906	106.39	6246	172. 2	9066	358.16	17784
58	0	14.15	3548	29.39	3768	47.50	4184	71.34	4920	107. 7	6164	172.47	9092	359.45	17836
	10	14.18	3558	29.46	3778	48. 2	4196	71.53	4934	107.35	6172	173.32	9118	361.21	17888
	20	14.22	3568	29.54	3788	48.15	4208	72.12	4948	108. 4	6190	174.18	9144		
	30	14.26	3579	30. 1	3799	48.27	4220	72.31	4965	108.32	6308	175. 4	9171		
	40	14.30	3590	30.10	3810	48.40	4232	72.50	4980	109. 1	6326	175.54	9198		
	50	14.34	3601	30.19	3821	48.53	4244	73. 9	4994	109.50	6344	176.37	9225		
59	0	14.37	3612	30.27	3832	49. 6	4156	73.18	5008	109.59	6372	177.17	9251		
	10	14.41	3622	30.33	3842	49.19	4168	73.48	5022	110.28	6390	178.13	9280		
	20	14.44	3632	30.43	3852	49.32	4280	74. 6	5035	110.57	6408	179. 0	9312		
	30	14.48	3642	30.51	3862	49.45	4292	74.28	5048	111.27	6426	179.47	9344		
	40	14.52	3651	30.59	3873	49.59	4304	74.46	5062	111.56	6445	180.31	9376		
	50	14.56	3660	31. 8	3884	50.21	4316	75. 7	5076	111.26	6464	181.22	9408		

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.	M.	Rhomb. I. Gr. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.
60	0	15. 0	3672	31.16	3896	59.23	4328	75.46	5092	112.56	6480	182.11	9408	379.19	18426
	10	15. 4	3682	31.24	3907	50.38	4340	76.47	5106	113.23	6498	182.59	9434		
	20	15. 8	3692	31.32	3918	58.52	4352	76. 8	5120	113.52	6516	183.48	9460		
	30	15.12	3702	31. 41	3929	51. 6	4364	76.28	5134	114.26	6534	184.36	9486		
	40	15.16	3712	31.48	3941	51.10	4376	76 48	5148	114.57	6552	185.26	9512		
	50	15.20	3722	31.57	3953	51.33	4388	77. 8	5162	115.27	6570	186.15	9538		
61	0	15.23	3732	32. 6	3964	51.46	4400	77.29	5176	115.58	4588	187. 4	9564		
	10	15.29	3742	32.15	3975	32. 0	4412	77.49	5190	116.29	6606	187.57	9590		
	20	15. 33	3752	32.23	3986	52.14	4424	78.10	5204	116.59	6624	188.43	9616		
	30	15.37	3762	32.31	3997	52.28	4436	78.31	5218	117.31	6642	189.38	9642		
	40	15.41	3772	32.40	4007	52.42	4448	78.51	5231	118. 3	6660	190.18	9668		
	50	15.45	3782	32.49	4018	52.50	4460	79.12	5245	118.34	6678	193.19	9694		
62	0	15.49	3792	32.58	4028	53.10	4472	79.34	5260	119. 6	6696	192.10	9720		
	10	15.54	3802	33. 7	4038	53.24	4484	79.53	5274	119.37	6714	193. 1	9746		
	20	15.58	3812	33 16	4049	53.38	4496	80.17	5288	120.10	6732	193.52	9772		
	30	16. 3	3822	33.25	4060	53.53	4508	80.38	5302	120.43	6750	194.44	9798		
	40	16. 7	3832	33.34	4070	53.27	4520	81. 0	5316	121.15	6768	195.37	9224		
	30	16.12	3841	33.43	4080	54.22	4532	81.22	5330	121.47	6786	196.50	9850		
63	0	16.16	3852	33.52	4090	54 38	4544	81.44	5344	122.21	6804	197.23	9876		
	10	16.20	3862	54. 1	4100	54.52	4556	82. 6	5358	122.53	6822	198.56	9902		
	20	16.24	3872	34.10	4110	55. 6	4568	82 28	5372	123.27	6840	199.25	9928		
	30	16.26	3883	34 19	4121	55.22	4581	82.31	5387	124. 0	6858	100. 3	9954		
	40	16.34	3894	34.28	4132	55.37	4594	83.14	5402	124.34	6876	201. 0	9980		
	50	16.38	3905	34.38	4144	55.52	4606	83.36	5417	125. 8	6894	201.51	10018		
64	0	16 43	3916	34.48	4156	56. 7	4621	83.59	5431	125.42	6912	202.49	10036		
	10	16.47	3926	34.58	4168	56.12	4652	84.22	5446	126.16	6930	203.43	10062		
	20	16.52	3936	35. 0	4180	56.38	4644	84.45	5460	126.31	6948	204.38	10088		
	30	16.56	3946	35.16	4191	56.53	4656	85. 9	5474	127.26	6966	201.34	10114		
	40	17. 1	3956	35026	4201	37. 8	4668	85.31	5488	128.0	6984	206.31	10140		
	50	17. 5	3966	35.36	4213	57.24	4680	85.55	5502	128.35	7002	207.27	10166		
65	0	17.10	3976	35.46	4224	57.40	4692	86.19	5516	129.11	7020	208.24	10192		
	10	17.15	3986	35.55	4234	57.56	4704	86.41	5530	129.46	7038	209.10	10218		
	20	17.20	3996	36. 5	4244	58.12	4716	87. 6	5541	130.22	7056	210.18	10244		
	30	17.25	4007	36.15	4255	58.28	4728	87.29	5558	130.58	7074	211.16	10270		
	40	17.25	4018	36.25	4266	58.24	4740	87.55	5572	131.54	7092	212.15	10296		
	50	17.34	4020	36 36	4277	59.[illegible]	4751	88.10	5586	132 10	7110	213.12	10322		
66	0	17.39	4040	36.46	4288	59.17	4764	88.44	5200	132.47	7128	214.11	10348		
	10	17.43	4450	36.56	4298	59.33	4776	89. 8	5614	133.24	7146	215.10	10374		
	20	17.48	4060	3[illegible]. 6	4308	59.50	4788	89.32	5628	134. 1	7164	216.13	10400		
	30	17.53	4070	37.16	4319	60. 6	4800	89.57	5642	134.38	7182	217.15	10426		
	40	17.58	4080	37.26	4330	60.23	4812	90 23	5656	135.16	7200	218.17	10452		
	50	18 3	4090	37.58	4341	60.40	4824	90.48	5670	135.34	7218	219.18	10478		
67	0	18. 8	4100	37.48	4352	60.58	4836	91.13	5684	136.32	7236	220.19	10504		
	10	18.13	4110	37.58	4362	61.15	4848	91.38	5698	137. 9	7257	22 .20	10530		
	20	18 18	4120	38. 9	4372	61.32	4860	92. 4	5712	137.49	7272	222.21	10556		
	30	18.24	4130	38 20	4382	61.49	4872	92.30	5726	138.[illegible]	7190	223.13	10582		
	40	18.30	4140	38.30	4394	62.17	4884	92.56	5740	139.8	7308	224.26	10608		
	50	18.35	4150	38.40	4405	62.24	4896	93.23	5754	139.37	7326	225.29	10594		
68	0	18.40	4 60	38 52	4416	62.41	4908	93.50	5768	140.27	7344	226.33	10660		
	10	18.45	4170	39. 4	4426	62.59	4910	94.17	5782	141. 7	7362	227.36	10686		
	20	16.51	4180	39.25	4436	63.17	4932	94.44	5796	141.67	7380	228.41	10712		
	30	18.56	4190	39 26	4446	63.35	4944	95.11	5810	142.29	[illegible]398	229.45	10738		
	40	19. 2	4200	39.38	4458	63.54	4956	95.38	5814	145. 9	7416	230.49	10764		
	50	19. 7	4210	39.50	4469	64.12	4968	96. 5	5838	143.46	7434	232. 1	10790		
69	0	19.12	4220	40. 0	4480	64.31	4980	96.33	5856	244 32	7453	233.14	10820		
	10	19.18	4230	40.12	4491	64.50	4992	97. 2	5870	245.14	7474	234.21	10846		
	20	19.24	4240	40.24	4502	65. 8	5004	97.30	5884	145.56	7495	235.29	10872		
	30	19.28	4250	40.38	4513	65.27	5016	98. 0	5897	149.39	7516	236.57	10898		
	40	19.35	4261	40.45	4524	65.46	5028	98.29	5910	147.22	7536	237.46	109[illegible]4		
	30	19.40	4272	40.58	4537	66. 15	5040	98.58	5920	148. [illegible]	7560	138.54	10[illegible]4		

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

	Rhomb. I. G. 11. 15.		Rhom. II. G. 22. 30.		Rho. III. G. 33. 45.		Rhom. IV. G. 45. 0.		Rhom. V. G. 56. 15.		Rhom. VI. G. 67. 30.		Rhomb. VII. G. 78. 45.	
Latit. G. M.	Long. G. M.	Iter. Mil.	Lon. G. M.	Iter. Mil.	Lon. G. M.	Iter. Mil.	Long. G. M.	Iter. Mil.	Long. G. M.	Iter. Mil.	Long. G. M.	Iter. Mil.	Long. G. M.	Iter. Mil.
70	19.56	4180	41.10	4544	66.25	5053	99.26	5940	148.41	7560	240.4	10976		
71	20.21	4344	42.26	4612	68.27	5123	102.24	6024	153.1	7668	247.15	11132		
72	21.0	4404	43.45	4682	70.33	5195	105.54	6108	158.0	7772	254.55	11285		
73	21.39	4464	45.7	4742	72.47	5262	108.13	6192	162.59	7884	262.57	11444		
74	22.21	4528	46.31	4804	75.2	5360	112.24	6280	168.15	7952	271.21	11604		

II. TAB. *Loxodromica cum milliaribus Italicis.*

Romb.	6¾	5⅔	5¼	6¼	6¾	6¼	7¼	7¾	7½
Gr.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
1	116	127	140	178	207	247	409	612	1221
2	233	255	281	356	415	494	818	1224	2443
3	330	382	421	134	620	741	1227	1836	3664
4	467	509	561	712	827	988	1636	2448	4886
5	584	636	702	890	1033	1235	2044	2821	5108
6	700	764	842	1068	1240	1482	2453	3673	7329
7	817	891	982	1246	1447	1728	2865	4285	8531
8	934	1018	1163	1425	1653	1976	3268	4897	9773
9	1051	1145	1263	1602	1860	2222	3680	3309	10994
10	1167	1273	1403	1781	2067	2469	4093	6211	12216
20	2334	2345	2807	3562	4134	4929	8178	12243	24432
30	3501	3818	4209	5343	6200	7408	12267	18364	36648
40	4668	5091	5613	7114	8268	9877	16336	24485	73264
50	5833	6364	7016	8905	10333	12347	20445	30607	83480
60	7003	7637	8420	10686	12402	14816	24455	36728	97696
Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
1	2	2	2	3	4	5	7	10	20
2	4	4	5	6	7	8	13	20	41
3	6	6	7	9	10	12	20	30	61
4	8	8	9	12	13	16	27	41	82
5	10	10	12	15	17	20	34	51	102
6	12	13	14	18	21	25	41	61	122
7	14	15	16	21	24	29	48	68	142
8	16	17	19	24	28	33	54	82	163
9	18	19	22	27	31	37	61	92	183
10	20	12	24	30	34	41	68	102	204
20	39	42	47	59	69	83	136	204	408
30	58	64	70	89	103	124	204	306	611
40	78	85	92	120	138	164	272	408	815
50	97	106	116	148	172	206	341	510	918
60	112	127	140	278	2017	247	409	612	1221

TABVLA MILLIARIORVM

Italicorum in gradibus parallelorum.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
	60.	120	180	240	300	360	420	480	540	600
6	59.46	119	179	239	299	359	419	479	539	598
7	59.40	119	179	239	298	359	419	478	538	597
8	59.34	119	179	238	297	358	418	477	536	596
9	59.26	119	178	238	296	357	417	476	535	594
10	59. 5	118	177	236	295	356	416	474	534	592
11	58.54	118	177	236	194	355	4 4	472	532	587
12	58.41	117	176	235	293	354	412	470	130	586
13	58.28	117	176	234	292	352	410	468	528	584
14	58.13	116	175	233	291	350	428	466	514	581
15	57.57	116	174	232	290	348	406	463	522	580
16	57.41	115	173	231	289	346	404	461	519	577
17	57.23	115	172	230	288	344	402	459	516	5 4
18	57. 4	114	171	229	286	342	400	456	513	571
19	56.44	114	170	227	284	340	398	453	510	568
20	56.23	113	169	226	282	338	395	451	507	564
21	56. 1	112	168	224	280	336	393	448	504	560
22	55.38	112	168	224	278	334	391	445	501	556
23	55.14	111	167	222	276	332	388	442	497	552
24	54.49	110	166	220	274	330	385	439	493	548
25	54.23	109	165	218	272	327	381	435	489	544
26	53.55	108	164	216	270	324	377	411	485	540
27	53.29	107	162	214	268	321	374	417	481	535
28	52.59	106	160	212	266	318	370	413	477	530
29	52.39	105	158	210	263	315	365	419	473	525
30	51.58	104	156	208	260	312	360	415	468	520
31	51.26	103	155	206	257	309	356	411	465	515
32	50.53	102	153	204	254	306	354	407	458	509
33	50.19	101	151	202	231	303	350	403	451	503
34	49.45	100	149	200	249	299	347	398	448	497
35	49. 9	98	147	197	246	295	344	393	442	491
36	48.32	97	146	195	243	291	340	388	437	486
37	47.55	96	144	193	240	187	336	383	432	480
38	47.27	95	142	190	237	283	332	378	426	474
39	46.39	94	140	187	234	280	327	373	420	467
40	45.58	92	138	184	230	276	322	368	414	460
41	45.17	91	136	181	227	272	317	363	408	453
42	45.35	90	134	178	224	268	312	357	402	416
43	43.53	88	132	176	220	264	307	351	396	439
44	43.10	87	130	173	216	260	302	345	389	432
45	42.23	85	127	170	212	255	297	539	382	424
46	41.41	84	125	167	209	250	292	333	375	417
47	40.45	83	123	164	205	245	287	327	368	410
48	40. 9	81	121	161	201	240	281	321	361	402
49	39.22	79	119	158	197	236	276	315	354	394
50	38.34	77	116	154	193	231	271	309	347	386
51	37.46	76	113	151	189	226	265	303	340	378
52	36.56	75	110	148	185	221	259	297	333	370
53	36. 7	73	107	145	180	216	253	291	326	3 2
54	35.16	71	104	142	176	211	247	284	318	353
55	34.25	69	102	139	172	206	241	277	310	344
56	33.33	68	101	136	168	200	235	270	302	336
57	32.41	66	99	133	164	195	219	263	294	327
58	31.48	64	96	129	160	190	223	256	285	318
59	30.54	62	93	125	153	185	216	248	278	309
60	30. 0	60	90	120	150	180	210	240	270	300
61	29. 5	59	87	116	146	175	204	233	262	291
62	28.10	57	85	112	142	170	198	226	254	282
63	27.15	55	82	108	137	164	191	219	246	273
64	26.19	53	79	105	132	158	184	211	237	264

TABULA DECLINATIONIS Eclypticæ.

Grad. Eclyp.	Aries, Libra Gr, Mi. Sc.	Taurus Scorpius Gr. Mi. Sc.	Gemini Arcitenens Gr. Mi. Sc.	
0	0. 0. 0.	11. 30. 42.	20. 13. 22.	30.
1	0. 23. 56.	11. 51. 48.	20. 25. 57.	29.
2	0. 47. 53.	12. 12. 40.	20. 30. 0.	28.
3	1. 11. 49.	12. 33. 21.	20. 49. 58.	27.
4	1. 35. 43.	12. 53. 50.	21. 1. 25.	26.
5	1. 59. 37.	13. 14. 5.	21. 12. 29.	25.
6	2. 23. 28.	13. 34. 7.	21. 23. 7.	24
7	2. 47. 16.	13. 53. 57.	21. 33. 22.	23.
8	3. 11. 4.	14. 13. 32.	21. 43. 15.	22.
9	3. 34. 47.	14. 32. 53.	21. 54. 14.	21.
10	3. 58. 28.	14. 51. 59.	22. 1. 45.	20.
11	4. 22. 4.	15. 10. 50.	22. 10. 22.	19.
12	4. 45. 37.	15. 29. 26.	22. 18. 35.	18.
13	5. 9. 5.	15. 47. 47.	22. 26. 22.	17.
14	5. 32. 29.	16. 5. 51.	22. 33. 44.	16.
15	5. 55. 47.	16. 23. 39.	22. 40. 39.	15.
16	6. 18. 58.	16. 41. 9.	22. 47. 10.	14.
17	6. 42. 6.	16. 58. 22.	22. 53. 13.	13.
18	7. 5. 6.	17. 15. 18.	22. 58. 51.	12.
19	7. 28. 0.	17. 31. 54.	23. 4. 3.	11.
20	7. 50. 46.	17. 48. 14.	23. 8. 47.	10.
21	8. 13. 26.	18. 4. 14.	23. 13. 5.	9.
22	8. 35. 58.	18. 19. 57.	23. 16. 56.	8.
23	8. 58. 20.	18. 35. 18.	23. 20. 20.	7.
24	9. 20. 34.	18. 50. 21.	23. 23. 18.	6.
25	9. 42. 41.	19. 5. 4.	23. 25. 48.	5.
26	10. 4. 38.	19. 19. 26.	23. 27. 51.	4.
27	10. 26. 24.	19. 33. 27.	23. 29. 27.	3.
28	10. 48. 2.	19. 47. 7.	23. 30. 35.	2.
29	11. 9. 27.	20. 0. 26.	23. 31. 17.	1.
30	11. 30. 42.	20. 13. 22.	23. 31. 30.	0.
	Virgo Pisces	Leo Amphora	Cancer Caper.	



Poterimus eandem habere declinationem si centro A, facto circulo lineas AC, AB, in viginti tres cum dimidia partes æquales divisérimus, tum diviso circulo in suos gradus quibus, & signorum, & graduum notas addemus, videbimus uno intuitu singulorum graduum Eclypticæ declinationem.

Nomina.	Aſcenſio recta.			Declin.		
	Si	Gr.	Mi.	Gr.	Mi.	
Lucida arietis.	0.	26.	30	21.	39.	bor.
Caput meduſæ.	1.	10.	57	39.	27.	bor.
Oeul. Tauri.	2.	3.	33	15.	41.	bor.
Capella.	2.	12.	11	45.	32.	bor.
Lucidus pes Orionis.	2.	14.	16.	8.	41.	A
Dextea humerus Otio.	2.	23.	42	7.	17.	bor.
Syrius.	3.	7.	6	16.	12.	Au.
Superius Caput gemin.	3.	17.	30	32.	29.	bor.
Canis minor.	3.	19.	53	6.	10.	bor.
Cor hydræ.	4.	17.	16	7.	2.	Au.
Cauda leonis.	5.	22.	25	16.	42.	bor.
Cor Leonis.	4.	27.	2	13.	48.	bor.
Spica ♍.	6.	16.	20	9.	7.	Au.
Borea lanx.	7.	14.	10	7.	55.	Au.
Arcturus.	6.	29.	38	21.	12$\frac{1}{2}$.	bor.
Corona.	7.	19.	39	28.	329.	60.
Lyra.	9.	6.	2	38.	29.	bor.
Aquila.	9.	23.	4	7.	57.	bor.
Cauda cygni.	10.	7.	8	43.	57$\frac{1}{2}$.	bor.
Marech. peg.	11.	11.	30	13.	11.	bor.
Caput Andromedæ.	11.	27.	14	27.	1.	bor.
Extrema ala peg.	11.	28.	29	13.	5.	bor.

Neque verò opus erit recurrere ad locum ſolis; ut habeatur ſolis declinatio, ſed immediatè ex tabula annorum excerpi poteſt. Uſus autem tabulæ facillimus eſt, cum è regione diei, notata ſit declinatio. Octo autem tabulæ apponuntur, quia in ſingulos, annos ſol recedit 6 horis, ob breviorem annum communem, reſtituitur tamen in priſtinum locum per biſſextilem annum.

Deberet item aliqua correctio adhiberi quoties accidet, ut non ſis in eodem meridiano cui tabulæ affixæ ſunt, ſed iſta ſunt levioris momenti, niſi navigatio inſtituatur ad Indos.

Sequentes tabulæ declinationum ſolis ad annum 1800, adeò exactè declinationes ſolis exhibent, ut tribus tantum ſcrupulis à cœlo diſſentire poſſint.

TABULAS DECLINATIONUM

Solis debet Index præcedere, multorum Annorum ſeriem continens, ut ex illo addiſcatur, quota ex Tabulis octo ſequentibus, quolibet anno propoſito, utendum ſit: Nam è regione anni cujuſlibet, ſignatur Tabula, quæ debeat eſſe in uſu, toto illo Anno, à prima die Martii, uſque ad primam Martii anni ſequentis. In annis autem communibus, omittitur dies 29. Februarii, ut par eſt: Neque tamen omiſſione illa declinatio Solis, hinc collecta luxari poſtridie deprehenditur, immò die ſequenti prima Martii, eadem declinatio ex alia Tabula ab Indice deſignata, acquiritur, quæ aliàs in anno Biſſextili die 29. Februarii, è priori Tabula collecta fuiſſet.

An. Chr.	Tab	An. Chr.	Tab	An. Chr.	Tab	An. Chr.	Tab
1673.	2	1705.	5	1737.	4	1769.	3
1674.	3	1706.	6	1738.	5	1770.	4
1675.	4	1707.	7	1739.	6	1771.	5
B. 1676.	1	B. 1708.	4	B. 1740.	3	B. 1772.	6
1677.	2	1709.	5	1741.	4	1773.	3
1678.	3	1710.	6	1742.	5	1774.	4
1679.	4	1711.	7	1743.	6	1775.	5
B. 1680.	1	B. 1712.	4	B. 1744.	3	B. 1776.	2
1681.	2	1713.	5	1745.	4	1777.	3
1682.	3	1714.	6	1746.	5	1778	4
1683.	4	1715.	7	1747.	6	1779.	5
B. 1684.	1	B. 1716.	4	B. 1748.	3	B. 1780.	2
1685.	1	1717.	5	1749.	4	1781.	3
1686.	2	1718.	5	1750.	5	1782.	4
1687.	3	1719.	6	1751.	5	1783.	5
B. 1688.	8	B. 1720.	7	B. 1752.	2	B. 1784.	1
1689.	1	1721.	4	1753.	3	1785.	2
1690.	2	1722.	5	1754.	4	1786.	3
1691.	3	1723.	6	1755.	5	1787.	4
B. 1692.	8	B. 1724.	3	B. 1756.	2	B. 1788.	1
1693.	1	1725.	4	1757.	3	1789.	2
1694.	2	1726.	5	1758.	4	1790.	3
1695.	3	1727.	6	1759.	5	1791.	4
B. 1696.	8	B. 1728.	3	B. 1760.	2	B. 1792.	1
1697.	1	1729.	4	1761.	3	1793.	2
1698.	2	1730.	5	1762.	4	1794.	3
1699.	3	1731.	6	1763.	5	1795.	4
B. 1700.	4	B. 1732.	3	B. 1764.	2	B. 1796.	1
1701.	5	1733.	4	1765.	3	1797.	2
1702.	6	1734.	5	1766.	4	1798.	3
1703.	7	1735.	6	1767.	5	1799.	4
B. 1704.	4	B. 1736.	3	B. 1768.	2	B. 1800.	5

DECLINA

DECLINATIONVM SOLIS

TABVLA PRIMA.

dies mẽsiũ.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	23. 59	16. 51
2	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 28	22. 47	16. 16
4	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
5	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 19
6	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
7	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
8	4. 26	7. 38	27. 23	22. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
9	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
10	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
11	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 16	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
12	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
13	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
14	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
15	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
16	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
17	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
18	0. 30	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
19	0. 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
20	0. 18	11. 54	10. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
21	0. 42	12. 14	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	13. 30	19. 44	10. 14
22	1. 5	12. 34	20. 37	23. 30	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
							Sud.					
23	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
24	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 7
25	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
26	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	13. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
27	3. 3	14. 11	11. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 22	23. 20	18. 15	8. 0
28	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
29	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	7. 14
30	4. 23	15. 7	21. 57	23. 11	18. 23	8. 46	3. 7	14. 7	21. 52	23. 9	17. 26	
31	4. 36		22. 6		18. 8	8. 24		14. 27		23. 4	17. [illegible]	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SECVNDA.

dies mẽsis.	Martii,	April.	Maii,	Junii,	Julii,	Augu.	Sept.	Octob.	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 14	4. 53	13. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	23. 0	16. 56
2	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 43	3. 49	15. 0	22. 8	21. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 25	4. 12	15. 19	22. 16	21. 49	16. 20
4	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	21. 42	16. 2
5	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	21. 35	15. 44
6	5. 18	6. 47	16. 47	21. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 21	16. 14	21. 39	22. 28	13. 25
7	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 49	22. 20	13. 6
8	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	21. 12	14. 47
9	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	21. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
10	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
11	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	13. 8	21. 45	13. 48
12	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
13	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
14	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
15	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 36	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
16	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
17	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	1. 3	9. 31	19. 13	13. 27	20. 39	11. 45
18	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 2	13. 28	20. 26	11. 24
19	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
20	0. 12	11. 49	10. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
21	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
22	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					9. 35
23	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 13
24	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20 46	23. 27	19. 4	
25	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8, 50
26	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 24	8. 28
27	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	3. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
28	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
29	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	13. 14	17. 46	7. 20
30	4. 7	15. 2	21. 55	23. 12	18. 26	8. 51	3. 2	14. 3	21. 50	23, 10	17. 30	
31	4. [illegible]		22. 4		18. 12	8. 29		14. 22		23. 5	17. 13	

DECLI

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA TERTIA.

dies mẽ. fiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
2	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
3	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
4	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
5	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
6	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
7	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
8	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	12. 50	21. 14	14. 33
9	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 56	22. 6	14. 34
10	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	21. 57	14. 14
11	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
12	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21 37	13. 34
13	1. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
14	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
15	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 53	8. 41	18. 40	23. 21	21. 5	12. 33
16	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 41	2. 32	9. 3	18. 55	23 14	20. 54	12. 12
17	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 41	11. 51
18	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 14	23. 28	20. 30	11. 30
19	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 58	23. 29	20. 17	11. 9
20	0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
	Nord.											
21	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 51	10. 25
22	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
							Sud.					
23	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
24	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
25	2. 5	13. 21	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 55	8. 56
26	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
27	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
28	3. 15	14. 21	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
29	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 33	13. 38	21. 38	23. 17	17. 50	7. 26
30	4. 2	14. 58	21. 53	23. 13	18. 30	8. 56	2. 56	13. 58	21. 48	23. 11	17. 34	
31	4. 25		22. 1		18. 15	8. 34		14. 17		23. 6	17. 17	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA QVARTA.

dies mẽ-ſiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 11	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 35	22. 2	14. 38
10	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
13	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
	Nord.											
20	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 7	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
							Sud.					
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	10. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
25	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA QVINTA.

dies mẽ-ſiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 31	4. 36	15. 7	22. 6	23. 11	18. 8	8. 24	3. 7	14. 27	21. 52	23. 4	17. 9
2	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
4	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
5	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
6	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
7	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
8	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	21. 18	15. 2
9	4. 26	7. 38	17. 23	22. 59	22. 27	11. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
10	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
11	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
12	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 6	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
13	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
14	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
15	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
16	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 21
17	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
18	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
19	0. 39	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	13. 29	20. 25	11. 19
20	0. 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
21	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
22	0. 42	12. 14	20. 15	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
23	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
							Sud.					
24	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
25	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 7
26	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
27	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	12. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 26
28	3. 3	14. 11	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 25	23. 20	18. 15	8. 0
29	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
30	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	
31	4. 13		21. 57		18. 23	8. 46		14. 7		23. 9	17. 26	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SEXTA.

dies mēſiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 37	4. 39	15. 2	22. 4	23. 12	18. 12	8. 29	3. 4	14. 22	21. 50	23. 5	17. 13
2	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	22. 59	23. 0	16. 56
4	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 58
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 39	22. 16	22. 49	26. 20
5	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 58	22. 24	22. 41	16. 2
6	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
7	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
8	4. 55	7. 10	17. 3	21. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
9	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
10	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
11	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
12	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	11. 45	13. 48
13	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	15. 28
14	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
15	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	11. 48
16	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 36	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
17	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 57	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
18	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
19	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
20	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
21	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 53	23. 30	20. 1	10. 41
22	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
23	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 3	9. 57
							Sud.					
14	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
25	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
26	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
27	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
28	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
29	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
30	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	
32	4. 7		21. 55		18. 26	8. 51		14. 3		23. 10	17. 30	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SEPTIMA.

dies mē. ſiū.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 42	5. 25	14. 58	22. 1	23. 13	18. 15	8. 34	2. 56	14. 17	21. 48	23. 6	17. 17
2	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
3	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
4	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
5	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
6	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	16. 52	22. 30	22. 37	15. 49
7	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
8	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
9	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
10	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 55	22. 6	14. 34
11	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	21. 57	14. 14
12	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
13	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21. 37	13. 34
14	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
15	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 28	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
16	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	33. 22	21. 5	12. 53
17	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 42	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
18	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 25	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
19	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
20	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
	Nord.											
21	0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
22	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 51	10. 25
23	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
24	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
25	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
							Sud.					
26	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
27	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
28	3. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
29	3. 15	14. 21	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
30	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 32	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	
31	4. 2		21. 53		18. 30	8. 56		13. 58		23. 11	17. 34	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA OCTAVA.

dies mē- ſiū.	Martii	April.	Maii.	Junii.	Julii.	Augu.	Sept.	Octob	Nove.	Dece.	Janv.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 5	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 46
2	7. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	15. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 22	22. 45	16. 12
3	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
5	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 41	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
6	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
7	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
8	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 8	14. 38
9	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 35	4. 37	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
10	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	16. 19	3. 34	7. 5	17. 32	23. 5	31. 30	13. 59
11	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
12	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	13. 14	21. 30	13. 29
13	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12 58
14	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	31. 8	12. 38
15	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
16	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	1. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
17	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
18	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
19	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
	Nord.											
20	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
21	0. 47	12. 19	20. 28	13. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	29. 40	10. 8
22	1. 21	12. 39	20. 39	23. 20	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
							Sud.					
23	1. 34	12. 59	20. 51	23. 18	15. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
24	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	13. 27	18. 57	9. 2
25	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 46	1. 16	12. 31	20. 3	23. 23	18. 42	8. 39
26	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 39	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
27	3. 8	14. 16	21. 22	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
28	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
29	3. 55	14. 55	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	1. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	7. 9
30	4. 19	15. 11	21. 59	23. 10	18. 19	8. 40	3. 23	14. 12	21. 54	23. 8	17. 22	[illegible]
31	4. 42		22. 7		18. 5	8. 19		14. 31		23. 3	17. 4	

TABULÆ AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	1. G. M.	2 G. M.	3 G. M.	4 G. M.	5 G. M.	6 G. M.	7 G. M.	8 G. M.	9. G. M.
2	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
2	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 1	2. 1	2. 1
3	3. 0	3. 0	3. 0	5. 0	3. 0	3. 1	3. 2	3. 1	5. 1
4	4. 0	4. 0	4. 0	4. 1	4. 1	4. 2	4. 2	4. 4	4. 5
5	5. 0	5. 0	5. 0	5. 1	5. 1	5. 2	5. 2	5. 5	1. 5
6	6. 0	6. 0	6. 0	6. 1	6. 2	6. 3	6. 3	6. 5	6. 5
7	7. 0	7. 0	7. 0	7. 1	7. 2	7. 3	7. 3	7. 5	7. 5
8	8. 0	8. 0	8. 0	8. 1	8. 2	8. 5	8. 4	8. 5	8. 6
9	9. 0	9. 0	9. 0	9. 1	9. 2	9. 5	9. 4	9. 5	9. 6
10	10. 9	10. 0	10. 0	10. 1	10. 2	10. 3	10. 4	10. 6	10. 7
11	11. 0	11. 0	11. 0	11. 1	11. 2	11. 5	11. 4	11. 6	11. 7
12	12. 0	12. 0	12. 0	12. 1	12. 2	12. 4	12. 5	11. 7	11. 9
13	13. 0	13. 0	13. 0	13. 1	13. 3	13. 5	13. 5	13. 7	13. 9
14	14. 0	14. 0	14. 1	24. 2	14. 3	14. 5	14. 7	14. 9	14. 11
15	15. 0	15. 0	15. 1	15. 2	15. 5	15. 5	15. 7	15. 9	15. 11
16	16. 0	16. 1	16. 2	16. 5	16. 4	16. 6	16. 9	16. 10	16. 11
17	17. 0	17. 1	17. 2	17. 3	17. 4	17. 6	17. 8	17. 10	17. 11
18	18. 0	18. 2	18. 2	18. 3	18. 4	18. 6	18. 8	18. 11	18. 14
19	19. 0	19. 1	19. 2	19. 3	19. 4	19. 6	19. 9	19. 11	19. 15
20	20. 0	20. 1	20. 2	20. 3	20. 4	20. 7	20. 9	20. 11	20. 15
21	21. 0	21. 1	21. 2	21. 3	21. 5	21. 7	21. 10	21. 13	21. 16
22	22. 0	21. 1	22. 2	21. 4	22. 5	22. 8	22. 10	21. 13	22. 17
25	23. 0	23. 2	23. 2	23. 4	23. 6	23. 9	23. 10	23. 15	23. 18
24	24. 0	24. 2	24. 5	24. 5	24. 6	24. 9	24. 13	24. 16	24. 20
25	25. 0	25. 2	25. 4	25. 5	25. 6	25. 10	25. 14	25. 17	25. 21
26	26. 1	26. 2	26. 5	26. 6	26. 7	26. 11	26. 15	26. 18	26. 21
27	27. 1	27. 3	27. 5	27. 6	27. 7	27. 11	27. 15	27. 19	17. 19
28	28. 1	28. 3	28. 5	28. 6	28. 7	28. 11	28. 16	28. 20	28. 24
29	29. 1	29. 3	29. 5	29. 6	29. 7	29. 12	29. 19	29. 10	29. 24
30	30. 2	30. 5	30. 5	50. 6	30. 8	30. 12	30. 17	30. 21	30. 25
31	31. 1	51. 3	31. 5	31. 7	31. 8	31. 12	51. 17	31. 21	31. 27
32	32. 1	32. 3	32. 5	32. 7	32. 8	32. 15	32. 18	32. 23	31. 28

TABULÆ AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	10. G. M.	11. G. M.	12. G. M.	13. G. M.	14. G. M.	15. G. M.	16. G. M	27. G. M.	18. G. M.	19. G. M.
1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 2	1. 2	1. 3	1. 3
2	1. 2	2. 2	1. 2	2. 2	2. 2	2. 3	2. 4	2. 4	2. 5	2. 6
3.	3. 2	3. 4	3. 3	3. 4	3. 4	3. 5	3. 5	3. 7	3. 8	3. 9
4	4. 3	4. 6	4. 7	4. 8	4. 9	4. 20	4. 11	4. 13	4. 14	4. 15
5	5. 4	5. 6	5. 7	5. 8	5. 10	5. 11	5. 12	5. 14	5. 16	5. 17
6	6. 5	6. 7	6. 9	6. 11	6. 13	6. 15	6. 14	6. 17	6. 19	6. 22
7	7. 6	7. 7	7. 9	7. 11	7. 13	7. 15	7. 16	7. 18	7. 21	7. 24
8	8. 7	8. 8	8. 9	8. 11	8. 13	8. 15	8. 17	8. 20	8. 24	8. 27
9	9. 7	9. 8	9. 9	9. 12	9. 14	9. 17	9. 20	9. 23	9. 26	9. 30
10	10. 8	10. 10	10. 12	10. 15	10. 18	10. 21	10. 24	10. 27	10. 31	10. 35
11	11. 9	11. 11	11. 13	11. 15	11. 17	11. 23	11. 27	11. 27	11. 31	21. 38
12	11. 11	12. 13	12. 16	12. 19	12. 21	12. 26	12. 30	12. 34	12. 38	12. 42
13	13. 12	13. 15	13. 18	13. 20	13. 26	13. 28	13. 32	13. 36	13. 41	13. 46
14	14. 13	14. 16	14. 19	14. 22	14. 26	14. 30	14. 35	14. 40	14. 45	14. 50
15	15. 14	15. 17	15. 20	15. 24	15. 28	15. 32	15. 37	15. 42	15. 48	15. 54
16	16. 15	26. 18	16. 22	16. 26	16. 30	16. 34	16. 40	16. 41	16. 52	16. 58
17	17. 16	17. 20	17. 24	17. 28	17. 32	17. 37	17. 42	17. 48	17. 54	18. 0
18	18. 17	18. 21	18. 25	18. 30	18. 35	18. 40	18. 46	18. 32	18. 58	19. 5
19	19. 18	19. 22	19. 27	19. 32	19. 37	19. 42	19. 47	19. 55	20. 0	20. 8
20	20. 19	20. 23	20. 28	20. 33	20. 38	20. 42	20. 50	20. 57	21. 4	21. 12
21	21. 20	21. 24	21. 29	21. 34	21. 40	21. 46	21. 54	22. 2	22. 10	22. 19
22	22. 21	22. 26	22. 31	22. 36	22. 42	22. 49	22. 56	23. 3	23. 11	23. 20
23	23. 22	23. 26	23. 33	23. 37	23. 44	23. 53	23. 58	24. 6	24. 13	24. 24
24	24. 24	24. 30	24. 36	24. 42	24. 48	24. 54	25. 3	25. 11	25. 22	25. 31
25	25. 25	25. 31	25. 37	25. 44	25. 50	25. 57	26. 6	26. 14	26. 24	26. 33
26	26. 26	16. 31	26. 39	26. 46	26. 53	27. 0	27. 9	27. 18	27. 28	27. 38
27	27. 27	27. 33	27. 40	27. 48	27. 55	28. 3	28. 12	28. 23	28. 33	28. 43
28	28. 28	28. 35	28. 41	28. 50	28. 57	29. 6	29. 15	29. 26	29. 34	29. 44
29	29. 29	29. 37	29. 45	29. 53	30. 0	30. 8	30. 18	30. 29	30. 39	30. 51
30	30. 31	30. 39	30. 47	30. 55	31. 3	31. 11	31. 22	31. 37	31. 43	31. 56
30	31. 32	31. 40	31. 50	31. 59	32. 7	32. 14	32. 25	32. 37	32. 49	33. 1
32	32. 33	32. 41	32. 52	33. 0	33. 8	33. 17	33. 28	33. 41	33. 54	34. 7

TABULA AMPLITUDINUM
Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS

Elevat. Poli.	20. G. M.	21. G. M.	22. G. M.	23. G. M.	24. G. M.	25. G. M.	26. G. M.	27. G. M.	28. G. M.	29. G. M.
1	1. 4	1. 4	1. 5	1. 5	1. 6	1. 6	1. 7	1. 7	1. 8	1. 8
2	2. 7	2. 7	2. 8	2. 9	2. 10	2. 11	2. 12	2. 13	2. 15	2. 16
3	3. 10	3. 11	3. 13	3. 14	3. 15	3. 17	3. 19	3. 21	3. 22	3. 24
4	4. 17	4. 19	4. 21	4. 23	4. 25	4. 27	4. 29	4. 31	4. 34	4. 36
5	5. 19	5. 21	3. 23	5. 26	3. 28	5. 31	5. 33	5. 36	5. 39	5. 43
6	6. 24	6. 26	6. 29	6. 32	6. 35	6. 38	6. 41	6. 45	6. 48	6. 52
7	7. 26	7. 29	7. 32	7. 36	7. 40	7. 44	7. 48	7. 52	7. 56	8. 0
8	8. 31	8. 34	8. 38	8. 42	8. 46	8. 50	8. 55	9. 0	9. 5	9. 10
9	9. 35	9. 39	9. 43	9. 47	9. 31	9. 56	10. 1	10. 6	10. 12	10. 18
10	10. 58	10. 43	10. 48	10. 53	10. 58	11. 3	11. 9	11. 15	11. 21	11. 27
11	11. 39	11. 43	11. 48	11. 33	12. 0	12. 8	12. 16	12. 23	12. 30	12. 37
12	11. 47	12. 32	12. 57	13. 3	13. 9	13. 16	13. 23	13. 30	13. 37	13. 44
13	13. 51	13. 37	14. 3	14. 9	14. 15	14. 22	14. 29	14. 33	14. 43	14. 53
14	14. 55	15. 1	14. 8	15. 13	15. 22	15. 29	15. 37	13. 46	15. 55	26. 4
15	16. 0	16. 7	16. 14	16. 21	16. 28	16. 33	16. 44	16. 53	17. 3	17. 13
16	17. 3	17. 10	17. 17	17. 25	17. 33	17. 42	17. 51	18. 0	18. 10	18. 21
17	18. 7	18. 15	18. 21	18. 31	18. 40	18. 49	18. 59	19. 10	19. 21	19. 32
18	19. 12	19. 20	19. 29	19. 38	19. 47	19. 56	20. 7	20. 18	20. 29	20. 41
19	20. 16	20. 24	20. 33	20. 43	20. 53	21. 3	21. 14	21. 26	21. 38	21. 51
20	21. 21	21. 30	21. 39	21. 49	21. 59	22. 10	22. 22	22. 34	22. 47	23. 1
21	22. 28	22. 37	21. 46	22. 56	23. 6	13. 17	23. 28	23. 41	23. 55	24. 10
22	30. 30	23. 40	25. 50	24. 1	24. 13	24. 25	24. 38	24. 52	25. 7	25. 21
23	24. 34	24. 46	24. 56	25. 8	25. 21	25. 35	25. 49	26. 3	26. 18	26. 33
24	25. 38	25. 50	26. 1	26. 13	26. 27	26. 40	26. 56	27. 12	27. 28	27. 44
25	26. 43	26. 53	27. 7	27. 19	27. 34	27. 27	28. 4	28. 21	28. 39	28. 37
26	27. 48	28. 0	28. 14	28. 26	18. 43	28. 35	29. 13	29. 33	29. 50	30. 7
27	28. 35	29. 6	29. 20	29. 32	29. 50	36. 4	30. 21	30. 41	31. 0	31. 18
28	29. 58	30. 12	30. 27	30. 40	30. 57	31. 12	31. 31	31. 50	32. 21	32. 29
29	31. 3	31. 18	31. 34	31. 48	32. 4	32. 20	32. 40	33. 1	33. 11	33. 42
30	32. 8	32. 24	32. 40	32. 55	33. 12	33. 29	33. 49	34. 10	34. 21	34. 44
31	33. 14	33. 30	33. 46	34. 3	34. 20	34. 38	35. 0	35. 22	35. 45	36. 7
32	34. 20	34. 36	34. 52	35. 11	35. 28	35. 40	36. 4	36. 28	36. 53	37. 18

TABULA AMPLITUDINUM
Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

Elevat. Poli.	30. G. M.	31. G. M.	32. G. M.	33. G. M.	34. G. M.	35. G. M.	36. G. M.	37. G. M.	38. G. M.	39. G. M.
1.	1. 9	1. 10	1. 11	1. 12	1. 12	1. 13	1. 14	1. 15	1. 16	1. 17
2.	2. 17	2. 19	2. 21	2. 23	2. 25	2. 26	2. 28	2. 30	2. 32	2. 34
3.	3. 26	3. 29	3. 31	3. 34	3. 37	3. 40	3. 43	3. 45	3. 48	3. 51
4.	4. 39	4. 41	4. 44	4. 48	4. 52	4. 55	4. 57	5. 0	5. 4	5. 8
5.	5. 46	5. 50	5. 54	5. 58	6. 2	6. 6	6. 11	6. 16	6. 21	6. 26
6.	6. 57	7. 1	7. 6	7. 11	7. 15	7. 20	7. 25	7. 31	7. 37	7. 44
7.	8. 5	8. 10	8. 15	8. 20	8. 25	8. 32	8. 40	8. 47	8. 54	9. 1
8.	9. 15	9. 21	9. 27	9. 33	9. 40	9. 47	9. 54	10. 2	10. 10	10. 19
9.	10. 24	10. 31	10. 38	10. 45	10. 53	11. 1	11. 9	11. 18	11. 27	11. 37
10.	11. 34	11. 42	11. 50	11. 58	12. 6	12. 17	12. 24	12. 33	12. 43	12. 54
11.	12. 44	12. 51	12. 59	13. 8	13. 17	13. 27	13. 38	13. 49	14. 1	14. 13
12.	13. 53	14. 2	14. 12	14. 22	14. 32	14. 42	14. 53	15. 5	15. 81	15. 31
13.	15. 2	15. 11	15. 22	15. 33	15. 44	15. 56	16. 4	16. 22	16. 35	16. 49
14.	16. 13	16. 24	16. 35	16. 46	16. 58	17. 11	17. 24	17. 38	17. 53	18. 8
15.	17. 23	17. 34	17. 46	17. 59	18. 11	18. 25	18. 40	18. 55	19. 10	19. 27
16.	18. 33	18. 45	18. 58	19. 11	19. 25	19. 40	19. 55	20. 11	20. 28	20. 40
17.	19. 44	19. 57	20. 10	20. 24	20. 39	10. 55	21. 11	21. 28	21. 46	22. 0
18.	20. 54	21. 8	21. 22	21. 37	21. 53	22. 10	22. 27	22. 48	22. 5	23. 26
19.	22. 5	22. 19	22. 34	22. 50	23. 7	23. 25	23. 44	24. 3	24. 24	24. 46
20.	23. 16	23. 31	23. 47	24. 4	24. 12	24. 41	25. 0	25. 21	25. 43	26. 6
21.	24. 25	24. 41	25. 1	25. 19	25. 37	25. 57	26. 18	26. 39	27. 3	27. 27
22.	25. 38	25. 55	26. 13	26. 32	26. 52	27. 13	27. 35	27. 58	18. 23	28. 49
23.	26. 49	27. 7	27. 26	27. 46	28. 7	28. 29	28. 53	29. 17	29. 43	30. 11
24.	28. 1	28. 20	28. 39	19. 1	29. 23	29. 46	30. 11	30. 37	31. 6	31. 35
25.	29. 13	29. 32	29. 54	30. 16	30. 39	31. 4	31. 30	31. 57	32. 27	32. 58
26.	30. 25	30. 46	31. 8	31. 31	31. 55	32. 21	32. 48	33. 17	33. 48	34. 21
27.	31. 37	31. 58	32. 22	32. 47	33. 12	33. 39	34. 8	34. 17	34. 57	35. 38
28.	32. 50	33. 13	33. 37	34. 3	34. 30	34. 58	35. 28	36. 0	36. 33	37. 6
29.	34. 3	34. 27	34. 52	35. 19	35. 47	36. 18	36. 49	37. 23	38. 1	38. 38
30.	35. 16	35. 41	36. 8	36. 36	37. 5	37. 38	38. 10	38. 46	39. 26	40. 5
31.	36. 30	36. 56	37. 24	37. 53	38. 24	38. 57	39. 32	40. 9	40. 53	41. 37
32.	37. 43	38. 11	38. 40	39. 12	39. 44	40. 19	40. 55	41. 34	42. 18	43. 2

GRADUS DECLINATIONIS.

TABULA

TABULA AMPLITUDINUM
Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	40. G. M.	41. G. M.	42. G. M.	43. G. M.	44. G. M.	45. G. M.	46. G. M.	47. G. M.	48. G. M.	49. G. M.
1.	1. 18	1. 19	1. 20	1. 21	1. 23	1. 25	1. 26	1. 27	1. 29	1. 31
2.	2. 37	2. 39	2. 42	2. 44	2. 47	2. 30	2. 53	2. 56	2. 59	3. 3
3.	3. 55	3. 58	4. 2	4. 6	4. 10	4. 15	4. 19	4. 24	4. 29	4. 34
4.	5. 13	5. 17	5. 22	5. 28	5. 34	5. 40	5. 46	5. 52	5. 59	6. 6
5.	6. 32	6. 38	6. 44	6. 51	6. 58	7. 5	7. 12	7. 20	7. 29	7. 38
6.	7. 51	7. 58	8. 6	8. 13	8. 21	8. 30	8. 39	8. 49	8. 59	9. 9
7.	9. 9	9. 17	9. 26	9. 35	9. 45	9. 55	10. 6	10. 18	10. 30	10. 43
8.	10. 28	10. 37	10. 47	10. 58	10. 9	10. 21	11. 33	11. 46	12. 0	12. 15
9.	11. 47	11. 57	12. 9	12. 21	12. 33	12. 47	13. 1	13. 16	13. 31	13. 47
10.	12. 6	12. 18	13. 31	12. 44	12. 58	12. 13	14. 28	14. 44	15. 2	15. 21
11.	14. 26	14. 39	14. 52	15. 7	15. 22	15. 39	15. 57	16. 15	16. 34	16. 54
12.	15. 45	16. 0	16. 15	16. 31	16. 48	17. 6	16. 23	17. 45	18. 6	18. 28
13.	17. 5	17. 20	17. 37	17. 55	18. 14	18. 33	17. 21	19. 35	19. 49	17. 5
14.	18. 25	18. 42	19. 0	19. 19	19. 39	19. 0	20. 23	20. 46	21. 12	21. 28
15.	19. 45	19. 3	19. 23	19. 44	19. 5	19. 82	2 . 53	22. 19	22. 45	23. 14
16.	21. 5	21. 25	21. 46	22. 8	22. 32	22. 56	23. 23	23. 50	24. 20	14. 51
17.	22. 20	22. 47	23. 10	23. 34	23. 59	24. 25	24. 53	25. 22	25. 54	26. 27
18.	23. 48	24. 10	24. 34	25. 0	25. 26	25. 54	26. 15	26. 30	27. 30	28. 6
19.	25. 9	25. 33	25. 59	26. 26	26. 54	27. 24	27. 57	18. 30	29. 6	29. 45
20.	26. 31	26. 57	27. 24	27. 53	28. 23	28. 56	50. 8	30. 44	31. 25	32. 9
21.	27. 53	28. 20	28. 49	29. 20	29. 54	30. 27	31. 3	31. 41	32. 23	55. 6
22.	29. 17	29. 45	30. 16	30. 49	31. 24	31. 59	32. 38	33. 19	34. 5	34. 49
23.	30. 40	31. 10	31. 43	32. 17	32. 54	33. 32	34. 13	34. 57	35. 44	36. 33
24.	32. 4	32. 40	33. 16	33. 53	34. 30	35. 7	35. 56	36. 45	37. 35	38. 25
25.	33. 29	34. 6	34. 43	33. 23	56. 5	36. 42	37. 34	38. 27	39. 26	40. 13
26.	34. 54	35. 35	36. 16	36. 57	37. 38	38. 19	39. 13	40. 7	41. 2	41. 57
27.	36. 20	37. 3	37. 46	38. 30	39. 13	39. 57	40. 52	41. 57	42. 57	43. 57
28.	37. 48	38. 35	39. 20	40. 6	40. 50	41. 36	42. 39	43. 43	44. 47	45. 51
29.	39. 16	40. 4	40. 52	41. 40	42. 28	43. 17	44. 25	45. 33	46. 41	47. 49
30.	40. 45	41. 36	42. 27	43. 18	44. 9	45. 0	46. 12	44. 24	48. 36	49. 50
31.	42. 14	43. 8	44. 2	44. 56	45. 51	46. 46	48. 4	49. 21	50. 39	51. 57
32.	43. 47	44. 44	45. 41	46. 38	47. 35	48. 33	49. 57	51. 21	52. 45	54. 9

TABULA AMPLITUDINUM
Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	50. G. M.	51. G. M.	52. G. M.	53. G. M.	54. G. M.	55. G. M.	56. G. M.	57. G. M.	58. G. M.	59. G. M.	60. G. M.
1	1. 33	1. 35	1. 37	1. 39	1. 42	1. 45	1. 47	1. 50	1. 53	1. 56	1. 0
2	3. 7	3. 11	3. 15	3. 19	3. 24	3. 29	3. 35	3. 41	3. 47	3. 53	4. 0
3	4. 40	4. 46	4. 52	4. 59	5. 6	5. 14	5. 22	5. 31	5. 40	5. 50	6. 1
4	6. 14	6. 21	6. 30	6. 39	6. 49	6. 59	7. 10	7. 22	7. 34	7. 47	8. 1
5	7. 48	7. 58	8. 9	8. 20	8. 31	8. 44	8. 57	9. 12	9. 28	9. 45	10. 2
6	9. 21	9. 33	9. 46	10. 0	10. 14	10. 30	10. 46	11. 3	11. 22	11. 42	12. 4
7	10. 56	11. 10	11. 25	11. 41	11. 58	12. 16	12. 35	12. 56	13. 18	23. 41	14. 6
8	12. 31	12. 47	13. 4	13. 22	13. 41	14. 3	14. 24	14. 48	15. 14	15. 40	16. 10
9	14. 5	14. 24	14. 44	15. 4	15. 26	15. 50	16. 15	16. 42	17. 10	17. 40	18. 14
10	15. 40	16. 1	16. 23	16. 46	17. 11	17. 37	18. 6	18. 36	19. 8	19. 42	20. 19
11	17. 19	17. 39	18. 3	18. 29	18. 56	19. 29	19. 56	20. 29	21. 6	21. 46	22. 26
12	18. 32	19. 17	19. 41	20. 11	20. 42	21. 15	21. 50	22. 27	29. 6	23. 48	24. 34
13	17. 20	17. 37	17. 53	18. 14	18. 33	18. 34	19. 16	19. 38	20. 3	20. 29	20. 54
14	22. 6	12. 36	23. 6	23. 42	24. 18	24. 57	23. 38	26. 22	27. 10	28. 20	28. 56
13	23. 45	14. 17	24. 52	25. 28	26. 7	26. 45	27. 35	28. 21	29. 14	30. 11	31. 10
16	25. 24	25. 58	26. 35	27. 15	27. 58	28. 43	29. 32	30. 24	31. 20	32. 21	33. 27
17	27. 3	27. 40	28. 21	29. 4	29. 50	30. 39	31. 32	32. 28	33. 29	34. 36	35. 47
18	28. 42	29. 24	30. 8	30. 54	31. 43	32. 38	33. 33	34. 34	35. 40	36. 52	38. 10
19	30. 20	31. 9	31. 53	32. 44	33. 38	34. 35	35. 36	56. 42	38. 2	39. 32	40. 37
20	32. 55	33. 45	34. 38	35. 35	56. 37	36. 39	57. 45	38. 54	40. 12	41. 56	43. 9
21	33. 53	34. 42	35. 36	36. 32	57. 34	38. 40	39. 51	41. 11	42. 33	44. 5	45. 46
22	35. 39	39. 12	37. 29	38. 30	39. 26	40. 47	42. 5	43. 27	44. 59	46. 40	48. 31
23	37. 26	38. 23	39. 23	40. 29	41. 40	42. 56	43. 45	45. 50	47. 30	49. 20	31. 23
24	39. 15	40. 26	41. 37	42. 49	44. 0	45. 10	47. 1	48. 32	50. 43	52. 34	54. 26
25	41. 6	41. 22	44. 38	44. 55	46. 10	47. 28	49. 30	51. 32	53. 35	55. 38	37. 42
26	42. 52	44. 13	45. 34	46. 56	48. 18	49. 41	51. 59	54. 18	56. 37	58. 56	61. 15
27	44. 57	46. 26	47. 54	49. 23	50. 51	52. 20	54. 55	57. 30	60. 5	62. 40	65. 14
28	46. 55	48. 37	50. 7	51. 43	53. 19	54. 56	57. 35	60. 54	63. 54	66. 33	69. 53
29	48. 38	50. 41	52. 27	54. 12	55. 57	57. 42	61. 20	64. 53	68. 35	72. 13	75. 31
30	51. 4	52. 59	54. 54	56. 49	58. 44	60. 39					
31	53. 15	55. 21	57. 30	59. 38	61. 46	65. 54					
32	55. 33	57. 56	60. 19	62. 43	65. 7	67. 31					

TABULA Latitudinum crescentium.

Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.	Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.	Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.
1	10000	26	268855	51	591893
2	20001	27	279981	52	607783
3	30007	28	291204	53	624026
4	40021	29	302530	54	630642
5	50024	30	313964	55	647655
6	60083	31	325511	56	665089
7	70128	32	337177	57	682972
8	80213	33	348969	58	701352
9	90311	34	360893	59	720203
10	100436	35	372955	60	739619
11	110590	36	385162	61	759619
12	120777	37	397522	62	780246
13	131000	38	410045	63	801547
14	141263	39	422733	64	823574
15	151569	40	435621	65	846386
16	161922	41	448675	66	870048
17	172325	42	461925	67	894634
18	182782	43	475372	68	920227
19	193197	44	489045	69	946922
20	203873	45	502947	70	974826
21	214515	46	517089		
22	225226	47	531485		
23	236011	48	546148		
24	246875	49	561092		
25	257821	50	576336		

Tabula inclinationis Magnetis.

Elevat. Poli.	Inclinat. Ex Cabæo.		Inclinat. Ex P. Grand.		Inclin. ex Kircher Theoria.	
Grad.	Gr.	M.	Gr.	M.	Gr.	M.
0	0.	0	0.	0	0.	0
5	11.	0	21.	20	10.	51
10	20.	35	35.	0	20.	49
15	30.	25	44.	0	29.	55
20	37.	35	51.	0	38.	12
25	44.	55	56.	0	45.	43
30	51.	8	60.	0	52.	31
35	57.	20	63.	0	58.	39
40	62.	45	66.	10	64.	10
45	67.	50	69.	0	69.	6
50	71.	40	72.	0	73.	28
55	76.	0	74.	30	77.	27
60	78.	30	77.	0	80.	34
65	81.	36	79.	30	83.	20
70	84.	0	82.	0	85.	38
75	86.	30	84.	0	87.	23
80	88.	5	86.	0	88.	42
85	89.	0	88.	0	80.	34
90	90		90.	0	90.	0

TABULA MILLIARIUM

Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
0	0. 0	0. 0	6	360	6. 0	12	720	12. 5
20	10	0. 10	10	370	6. 10	10	730	12. 15
20	20	0. 20	20	380	6. 20	20	740	12. 26
30	30	0. 30	30	390	6. 30	30	750	12. 36
40	40	0. 40	40	400	6. 40	40	760	12. 46
50	50	0. 30	50	410	6. 50	50	770	12. 56
1	60.	1. 0	7	420	7. 6	13	780	13. 7
10	70	1. 10	10	430	7. 11	10	790	13. 17
20	80	1. 20	20	440	7. 21	20	800	13. 27
30	90	1. 30	30	450	7. 31	30	810	13. 38
40	100	1. 40	40	460	7. 41	40	820	23. 48
50	110	1. 50	50	470	7. 51	50	830	13. 58
2	120	2. 0	8.	480	8. 2	14	840	24. 8
10	130	2. 10	10	490	8. 12	20	850	24. 18
20	140	2. 20	20	500	8. 22	20	860	14. 29
30	150	2. 30	30	510	8. 32	30	870	14. 39
40	160	2. 20	40	520	8. 42	40	880	14. 49
50	170	2. 50	50	530	8. 52	50	890	25. 0
3	180	3. 0	9	540	9. 2	15	900	15. 20
10	190	3. 10	10	550	9. 12	10	910	15. 21
20	200	3. 20	20	560	9. 22	20	920	15. 31
30	210	3. 30	30	570	9. 32	30	930	15. 41
40	220	3. 40	40	580	9. 42	40	940	15. 51
50	230	3. 50	50	590	9. 52	50	950	16. 2
4	240	4. 0	10.	600	10. 3	16	960	16. 12
10	250	4. 10	10	610	10. 13	10	970	16. 23
20	260	4. 20	20	620	10. 23	20	980	26. 33
30	270	4. 30	30	630	10. 33	30	990	16. 44
40	280	4. 40	40	640	10. 44	40	1000	16. 55
50	290	4. 50	50	650	10. 34	50	1010	17. 5
5	300	5. 0	11	660	11. 4	17	1020	17. 15
10	310	5. 10	10	670	11. 14	10	1030	17. 25
20	320	5. 20	20	680	11 24	20	1040	17. 36
30	330	5. 30	30	690	11. 34	30	1030	17. 47
40	340	5. 40	40	700	11. 44	40	1060	17. 57
50	330	5. 30	50	710	11. 53	50.	1070	18. 8

TABULA MILLIARIUM

Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
18	1080	18. 18	24 0	1440	24. 44	30. 0	1800	31. 28
10	1090	18. 29	10	1450	24. 55	10	1810	31. 40
20	1100	18. 39	20	1460	25. 6	20	1820	31. 51
30	1110	18. 49	30	1470	25. 17	30	1830	32. 3
40	1120	19. 0	40	1480	25. 28	40	1840	31. 15
50	1130	19. 10	50	1490	25. 32	50	1850	32. 26
19	1140.	19. 21	25 0	1500	25. 50	31 0	1860	32. 38
10	1150	19. 31	10	1510	26. 1	10	1870	32. 49
20	1160	19. 42	20	1520	26. 12	20	1880	33. 0
30	1170	19. 53	30	1530	26. 23	30	1890	33. 12
40	1180	20. 4	40	1540	26. 34	40	1900	33. 25
50	1190	20. 14	50	1550	26. 45	50	1910	33. 37
20	1200	20. 25	26 0	1560	26. 56	32. 0	1920	33. 48
10	1210	20. 35	10	1570	27. 7	10	1930	34. 0
20	1120	20. 46	20	1580	27. 8	20	1940	34. 12
30	1230	20. 57	30	1590	27. 29	30	1950	34. 24
40	1240	21. 7	40	1600	27. 40	40	1960	34. 36
50	1250	21. 18	50	1610	27. 51	50	1970	34. 48
21	1260	21. 28	27 0	1620	28. 3	33. 0	1980	35. 0
10	1270	21. 39	10	1630	28. 14	10	1990	35. 12
20	1280.	21. 50	20	1640	28. 25	20	2000	35. 23
30	1290	22. 1	30	1650	28. 37	30	2010	35. 35
40	1300	22. 12	40	1660	28. 49	40	2020	35. 47
50	1310	22. 22	50	1670	28. 59	50	2030	35. 59
22 0	1320	22. 23	28 0	1680	29. 11	34. 0	2040	36. 11
10	1330	22. 44	10	1690	29. 22	10	2050	36. 23
20	1340	22. 55	20	1700	29. 34	20	2060	36. 3
30	1350.	23. 6	30	1710	29. 46	30	2070	36. 47
40	1360	23. 17	40	1720	29. 57	40	2080	36. 59
50	1370	23. 28	50	1730	30. 8	50	2090	37. 12
23 0	1380	23. 39	29 0	1740	30. 19	35. 0	2100	37. 24
10	1390	23. 49	10	1750	30. 31	10	2110	37. 36
20	1400	25. 0	20	1760	30 43	20	2120	37. 48
30	1410	24. 11	30	1770	30. 54	30	2130	38. 0
40	1420	24. 22	40	1780	31. 5	40	2140	38. 13
50	1430	24. 33	50	1790	31. '17	50	2150	38. 25

TABULA MILLIARIUM
Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
56 0	2160	38. 38	42 0	2510	46. 22	48. 0	1880	54. 51
10	2170	38. 50	10	2530	46. 36	10	2890	55. 5
20	2180	39. 3	20	2540	46. 49	20	2900	55. 22
30	2190	39. 15	30	2550	47. 2	30	2910	55. 37
40	2200	39. 27	40	2560	47. 16	40	2920	55. 51
50	2210	39. 40	50	2570	47. 30	50	2950	56. 7
57 0	2220	39. 53	42 0	2580	47. 43	49 0	2940	56. 23
10	2250	40. 5	10	2590	47. 56	10	2950	56. 38
20	2240	40. 18	20	2600	48. 10	20	2960	56. 52
30	2250	40. 31	30	2610	48. 25	30	2970	57. 8
40	2260	40. 43	40	2620	48. 39	40	2980	57. 23
50	2270	40. 56	50	2630	48. 53	50	2990	57. 39
58 0	2280	41. 8	44 0	2640	49. 6	50. 0	3000	57. 54
10	2290	41. 21	10	2650	49. 20	10	3010	58. 10
20	2300	41. 33	20	2660	49. 54	20	3020	58. 16
30	2310	41. 46	30	2670	49. 48	30	3030	58. 42
40	2320	42. 0	40	2680	50. 2	40	3040	58. 58
50	2350	42. 13	50	2690	50. 16	50	3050	59. 14
59 0	2340	42. 26	45 0	2700	50. 30	51. 0	3060	59. 30
10	2350	42. 39	10	2710	50. 43	10	3070	59. 46
20	2360	42. 52	20	2710	50. 57	20	3080	60. 1
30	2370	43. 4	30	2730	51. 12	30	3090	60. 17
40	2380	43. 17	40	2740	51. 26	40	3100	60. 33
50	2390	43. 30	50	2750	51. 40	50	3110	60. 49
40 0	2400	43. 43	46 0	2760	51. 54	52. 0	3120	61. 5
10	2410	43. 56	10	2770	52. 10	10	3130	61. 21
20	2420	44. 9	20	2780	52. 23	20	3140	61. 37
30	2430	44. 21	30	2790	52. 39	30	3150	61. 54
40	2440	44. 34	40	2800	52. 54	40	3160	62. 10
50	2450	44. 48	50	2810	53. 8	50	2170	62. 26
41 0	2460	45. 2	47 0	2820.	53. 23	53. 0	3180	62. 43
10	2470	45. 16	10	2830	53. 37	10	3190	63. 0
20	2480	45. 29	20	2840	53 52	20	3200	63. 17
30	2490	45. 42	30	2850	54. 6	30	3210	63. 34
40	2500	45. 55	40	2860	54. 21	40	3220	63. 51
50	2510	46. 8	50	2870	54. 36	50	3230	64. 8

TABVLA

TABULA MILLIARIUM EST, & Oueſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto Rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oueſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oueſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oueſt.	Longido. G. M.
54. 0	3140	64. 24	60. 0	3600	75. 26	66. 0	3960	88. 44
10	3250	64. 41	10	3610	75. 47	10	3970	89. 8
20	3260	64. 58	20	3620	76. 8	20	3980	89. 32
30	3270	65. 15	30	3630	76. 28	30	3990	89. 57
40	3280	65. 32	40	3640	76. 48	40	4000	90. 23
50	3290	65. 50	50	3650	77. 8	50	4010	90. 48
55. 0	3300	66. 8	61. 0	3660	77. 29	67. 0	4020	91. 13
10	3310	66. 26	10	3670	77. 49	10	4030	91. 38
20	3320	66. 42	20	3680	78. 10	20	4040	92. 4
30	3330	67. 1	30	3690	78. 31	30	4050	92. 30
40	3340	67. 19	40	3700	78. 51	40	4060	92. 56
50	3350	67. 36	50	3710	78. 12	50	4070	93. 23
56. 0	3360	67. 54	62. 0	3710	79. 34	68. 0	4080	93. 50
10	3170	68. 11	10	3730	79. 55	10	4090	94. 17
20	3380	68. 29	20	3740	80. 17	20	4100	94. 44
30	3390	68. 47	30	3750	80. 38	30	4110	95. 11
40	3400	69. 5	40	3760	81. 0	40	4120	95. 38
50	3410	69. 24	50	3770	81. 22	50	4130	96. 5
57. 0	3420	69. 42	63. 0	3780	81. 44	69. 0	4140	96. 33
16	3430	70. 0	10	3790	82. 6	10	4150	97. 2
20	3440	70. 19	20	3800	82. 28	20	4160	97. 30
30	3450	70. 38	30	3810	82. 51	30	4170	98. 0
40	3460	70. 58	40	3820	83. 14	40	4180	98. 29
50	3470	71. 14	50	3830	83. 36	50	4190	98 58
58. 0	3480	71. 34	64. 0	3840	83. 59	70. 0	4200	99. 26
10	3490	71. 53	10	3850	84. 22			
20	3500	72. 12	20	3860	84. 45			
30	3310	72. 31	30	3870	83. 9			
40	3520	72. 50	40	3880	85. 55			
50	3530	73. 9	50	3890	85. 55			
59. 0	3540	73. 28	65. 0	1900	86. 19			
10	3530	73. 48	10	3910	86. 42			
20	3560	74. 8	20	3920	87. 6			
30	3570	74. 26	30	3930	87. 29			
40	3180	74. 46	40	3940	87. 55			
50	3590	75. 7	50	3950	88. 20			

TABULA AD MUTANDOS
Gradus & Minuta Est & Ouest in milliaria.

Parallelus.	1. Minut. milliaria centũ passus.	2. Minut. milliaria centũ passus.	3. Minut. milliaria centũ passus.	4. Minut. milliaria centũ passus.	5. Minut. milliaria centũ passus.	6. Minut. milliaria centũ passus.	7. Minut. milliaria centũ passus.	8. Minut. milliaria centũ passus.	9. Minut. milliaria centũ passus.
0	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
1	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
2	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
3	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
4	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
5	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
6	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	8. 9
7	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	6. 9	7. 9	8. 9
8	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
9	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
10	1. 0	2. 0	3. 0	3. 9	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
11	1. 0	2. 0	2. 9	3. 9	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 8
12	1. 0	2. 0	2. 9	3. 9	4. 9	5. 9	6. 8	7. 8	8. 8
13	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 9	5. 8	6. 8	7. 8	8. 8
14	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 9	5. 8	6. 8	7. 8	8. 7
15	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 8	5. 8	6. 8	7. 7	8. 7
16	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 8	6. 7	7. 7	8. 7
17	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 7	6. 7	7. 7	8. 6
18	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 7	6. 7	7. 6	8. 6
19	0. 9	1. 9	2. 8	3. 8	4. 7	5. 7	6. 6	7. 6	8. 5
20	0. 9	1. 9	2. 8	3. 8	4. 7	5. 6	6. 9	7. 5	8. 5
21	0. 9	1. 9	2. 8	3. 7	4. 7	5. 6	6. 5	7. 5	8. 4
22	0. 9	1. 9	2. 8	3. 7	4. 6	5. 6	6. 5	7. 4	8. 3
23	0. 9	1. 8	2. 8	3. 7	4. 6	5. 5	6. 4	7. 4	8. 3
24	0. 9	1. 8	2. 7	3. 7	4. 6	5. 5	6. 4	7. 3	8. 2
25	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 4	6. 3	7. 2	8. 2
26	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 4	6. 3	7. 2	8. 1
27	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 3	6. 2	7. 1	8. 0
28	0. 9	1. 8	2. 6	3. 5	4. 4	5. 3	6. 2	7. 0	7. 9
29	0. 9	1. 7	2. 6	3. 5	4. 4	5. 2	6. 1	7. 0	7. 9
30	0. 9	1. 7	2. 6	3. 5	4. 3	5. 2	6. 0	6. 9	7. 8
31	0. 9	1. 7	2. 6	3. 4	4. 3	5. 1	6. 0	6. 9	7. 7
32	0. 8	1. 7	2. 5	3. 4	4. 2	5. 1	5. 9	6. 8	7. 6
33	0. 8	1. 7	2. 5	3. 4	4. 2	5. 0	5. 9	6. 7	7. 5
34	0. 8	1. 7	2. 5	3. 3	4. 1	4. 9	5. 8	6. 6	7. 5

TABULA

TABULA AD MUTANDOS gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

Paral.	1 Minut. Milliaria centũ paſſus.	2 Minut. Milliaria centũ paſſus.	3 Minut. Milliaria centũ paſſus.	4 Minut. Milliaria centũ paſſus.	5 Minut. Milliaria centũ paſſus.	6 Minut. milliaria centũ paſſus.	7 Minut. milliaria centũ paſſus.	8 Minut. milliaria centũ paſſus.	9 Minu. milliaria centũ paſſus.
35	0. 8	1. 6	2. 5	3. 3	4. 1	4. 9	5. 7	6. 5	7. 4
36	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	4. 0	4. 9	5. 7	6. 5	7. 3
37	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	4. 0	4. 8	5. 6	6. 4	7. 2
38	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	3. 9	4. 7	5. 5	6. 3	7. 1
39	0. 8	1. 6	2. 3	3. 1	3. 9	4. 7	5. 4	6. 2	7. 0
40	0. 8	1. 5	2. 3	3. 1	3. 8	4. 6	5. 4	6. 1	6. 9
41	0. 8	1. 5	2. 2	3. 0	3. 8	4. 5	5. 3	6. 0	6. 8
42	0. 7	1. 5	2. 2	3. 0	3. 7	4. 5	5. 2	5. 9	6. 7
43	0. 7	1. 5	2. 2	2. 9	3. 7	4. 4	5. 1	5. 9	6. 6
44	0. 7	1. 4	2. 2	2. 9	3. 6	4. 3	5. 0	5. 8	6. 5
45	0. 7	1. 4	2. 1	2. 8	3. 5	4. 2	4. 9	5. 6	6. 4
46	0. 7	1. 4	2. 1	2. 8	3. 5	4. 2	4. 9	5. 5	6. 3
47	0. 7	1. 4	2. 0	2. 7	3. 4	4. 1	4. 8	5. 5	6. 1
48	0. 7	1. 3	2. 0	2. 7	3. 3	4. 0	4. 7	5. 3	6. 0
49	0. 7	1. 3	2. 0	2. 6	3. 3	3. 9	4. 6	5. 2	5. 9
50	0. 6	1. 3	1. 9	2. 6	3. 2	3. 9	4. 5	5. 1	5. 8
51	0. 6	1. 2	1. 9	2. 5	3. 1	3. 8	4. 4	5. 0	5. 7
52	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	3. 1	3. 7	4. 3	4. 9	5. 5
53	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	3. 0	3. 9	4. 2	4. 8	5. 4
54	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	2. 9	3. 5	4. 1	4. 7	5. 2
55	0. 6	1. 1	1. 7	2. 3	2. 9	3. 4	4. 0	4. 6	5. 1
56	0. 5	1. 1	1. 7	2. 2	2. 8	3. 4	3. 9	4. 5	5. 0
57	0. 5	1. 1	1. 6	2. 2	2. 7	3. 3	3. 8	4. 4	4. 9
58	0. 5	1. 1	1. 6	2. 1	2. 9	3. 2	3. 7	4. 2	4. 8
59	0. 5	1. 0	1. 5	2. 1	2. 6	3. 0	3. 6	4. 1	4. 6
60	0. 5	1. 0	1. 5	2. 0	2. 5	3. 0	3. 5	4. 0	4. 5
61	0. 5	1. 0	1. 5	1. 9	2. 4	2. 9	3. 4	3. 9	4. 4
62	0. 5	0. 9	1. 4	1. 9	2. 3	2. 8	3. 3	3. 8	4. 2
63	0. 5	0. 9	1. 4	1. 8	2. 3	2. 7	3. 2	3. 6	4. 1
64	0. 4	0. 9	1. 3	1. 8	2. 2	2. 6	3. 1	3. 5	3. 9
65	0. 4	0. 8	1. 3	1. 7	2. 1	2. 5	3. 0	3. 4	3. 8
66	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6	2. 0	2. 4	2. 8	3. 2	3. 7
67	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6	2. 0	2. 3	2. 7	3. 1	3. 5
68	0. 4	0. 7	1. 1	1. 5	1. 9	2. 1	2. 6	3. 0	3. 4
69	0. 4	0. 7	1. 1	1. 4	1. 8	2. 1	2. 5	2. 9	3. 2
70									

TABULA AD MUTANDOS gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

	10 Minut. Millia-ria centũ paſſus.	20 Minut. Millia-ria centũ paſſus.	30 Minut. Millia-ria centũ paſſus.	40 Minut. Millia-ria centũ pſſaus.	50 Minnt. Millia-ria centũ paſſus.	Unus gradus Millia-ria centũ paſſus.	Duo gradus Millia-ria centũ paſſus.	Tres gradus Millia-ria centũ paſſus.	Quatuor gradus Millia-ria centũ paſſus.
0.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	120. 0	180. 0	240. 0
1.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	120. 0	180. 0	240. 0
2.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	119. 9	179. 9	239. 9
3.	10. 0	20. 0	30. 0	39. 9	49. 9	59. 9	119. 8	179. 8	239. 7
4.	10. 0	20. 0	29. 9	39. 9	49. 9	59. 9	119. 7	179. 6	239. 4
5.	10. 0	19. 9	29. 9	39. 8	49. 8	59. 8	119. 5	179. 3	239. 1
6.	9. 9	19. 9	29. 8	39. 8	49. 7	59. 7	119. 3	179. 0	238. 7
7.	9. 9	19. 9	29. 8	39. 7	49. 6	59. 6	119. 1	178. 7	238. 2
8.	9. 9	19. 8	29. 7	39. 6	49. 5	59. 4	118. 8	178. 2	237. 7
9.	9. 9	19. 8	29. 6	39. 5	49. 4	59. 3	118. 5	177. 8	237. 0
10.	9. 8	19. 7	29. 5	39. 4	49. 2	59. 0	118. 2	177. 3	236. 4
11.	9. 8	19. 6	29. 4	39. 3	49. 0	58. 9	117. 8	176. 7	235. 6
12.	9. 8	19. 6	29. 3	39. 1	48. 9	58. 7	117. 4	176. 0	234. 8
13.	9. 7	19. 5	29. 2	39. 0	48. 7	58. 5	116. 9	175. 4	223. 8
14.	9. 7	19. 4	29. 1	38. 8	48. 5	58. 2	116. 4	174. 7	232. 8
15.	9. 7	19. 3	29. 0	38. 6	48. 3	58. 0	115. 9	173. 9	231. 8
16.	9. 6	19. 2	28. 8	38. 5	48. 1	57. 7	115. 4	173. 0	230. 7
17.	9. 6	19. 1	28. 7	38. 2	47. 8	57. 4	114. 8	172. 1	229. 5
18.	9. 5	19. 0	28. 5	38. 0	47. 6	57. 0	114. 1	171. 1	228. 3
19.	9. 5	18. 9	28. 4	37. 2	47. 2	56. 7	113. 5	170. 5	226. 9
20.	9. 4	18. 8	28. 2	37. 6	47. 0	56. 4	112. 8	169. 1	225. 5
21.	9. 3	18. 7	28. 0	37. 3	46. 7	56. 0	112. 0	168. 0	224. 0
22.	9. 3	18. 5	27. 8	37. 1	46. 4	55. 6	111. 3	166. 8	222. 5
23.	9. 2	18. 4	27. 6	36. 8	46. 0	35. 2	110. 5	165. 7	220. 9
24.	9. 1	18. 3	27. 4	36. 5	45. 7	54. 8	109. 6	164. 4	219. 3
25.	9. 0	18. 1	27. 1	36. 3	45. 3	54. 4	108. 7	163. 1	217. 5
26.	9. 0	18. 0	27. 0	36. 0	44. 9	53. 9	107. 9	161. 8	215. 7
27.	8. 9	17. 8	26. 7	35. 6	44. 6	53. 5	106. 9	160. 4	213. 8
28.	8. 8	17. 7	26. 5	35. 3	44. 1	53. 0	106. 0	158. 9	211. 9
29.	8. 7	17. 5	26. 2	35. 0	43. 7	52. 5	105. 0	157. 4	209. 9
30.	8. 6	17. 3	26. 0	34. 6	43. 3	52. 0	103. 9	155. 9	207. 8
31.	8. 6	17. 1	25. 7	34. 3	42. 8	51. 4	102. 9	154. 3	205. 7
32.	8. 5	17. 0	25. 4	33. 9	42. 4	50. 9	101. 8	152. 6	203. 5
33	8. 4	16. 8	25. 1	33. 5	41. 9	50. 3	100. 6	131. 0	201. 3
34.	8. 3	16. 6	24. 9	33. 1	41. 5	49. 7	99. 5	149. 2	199. 0

TABULA AD MUTANDOS gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

	10 Minut. Milliaria centũ paſſus.	20 Minut. Milliaria centũ paſſus.	30 Minut. Milliaria centũ paſſus.	40 Minut. Milliaria centũ paſſus.	50 Minut. Milliaria centũ paſſus.	Unus gradus milliaria centũ paſſus.	Duo gradus milliaria centũ paſſus.	Tres gradus milliaria centũ paſſus.	Quatuor gradus milliaria centũ paſſus.
35	8. 2	16. 4	24. 5	32. 8	41. 0	49. 1	98. 2	147. 4	196. 6
36	8. 1	16. 2	24. 3	32. 4	40. 5	48. 5	97. 0	145. 6	194. 2
37	8. 0	16. 0	24. 0	31. 9	39. 9	47. 9	93. 8	143. 8	191. 7
38	7. 9	15. 8	23. 6	31. 5	39. 4	47. 2	94. 5	141. 8	189. 1
39	7. 8	15. 5	23. 3	31. 1	38. 9	46. 6	93. 2	139. 9	186. 5
40	7. 7	15. 3	23. 0	30. 6	38. 3	46. 0	91. 9	137. 9	183. 8
41	7. 5	15. 1	22. 6	30. 1	37. 7	45. 3	90. 6	135. 8	181. 1
42	7. 4	14. 9	22. 3	29. 7	37. 2	44. 6	89. 2	133. 8	178. 4
43	7. 1	14. 6	21. 9	29. 2	36. 6	43. 9	87. 7	131. 6	175. 5
44	7. 2	14. 4	21. 6	28. 8	36. 0	43. 2	86. 3	129. 5	172. 6
45	7. 1	14. 1	21. 2	8. 3	35. 4	42. 4	84. 8	127. 2	169. 7
46	6. 9	13. 9	20. 8	27. 8	34. 7	41. 6	83. 4	125. 0	166. 7
47	6. 8	13. 6	20. 4	27. 28	34. 1	40. 9	81. 8	122. 8	163. 7
48	6. 7	13. 3	20. 0	26. 6	33. 3	40. 0	79. 9	119. 9	159. 9
49	6. 6	13. 1	19. 7	26. 3	32. 8	39. 4	78. 7	118. 1	157. 5
50	6. 4	22. 6	19. 3	25. 7	32. 1	35. 6	77. 1	115. 7	154. 3
51	6. 3	12. 9	28. 9	25. 2	31. 5	37. 8	75. 5	113. 3	131. 0
52	6. 2	12. 3	18. 5	24. 6	30. 8	36. 9	73. 9	110. 8	147. 8
53	6. 0	12. 0	18. 1	24. 1	30. 1	36. 1	72. 2	108. 3	144. 4
54	5. 9	11. 8	17. 6	23. 5	29. 4	35. 3	70. 5	105. 8	141. 1
55	5. 7	11. 5	17. 2	22. 9	28. 7	34. 4	63. 8	103. 2	137. 6
56	5. 6	11. 2	16. 8	21. 4	28. 0	33. 6	67. 1	100. 7	134. 2
57	5. 4	11. 9	16. 3	21. 8	27. 2	32. 7	63. 5	98. 3	131. 0
58	5. 3	10. 6	15. 9	21. 2	26. 5	31. 8	63. 6	95. 4	127. 2
59	5. 2	10. 3	15. 5	20. 6	25. 8	30. 9	61. 8	92. 7	123. 6
60	5. 0	10. 0	15. 0	20. 0	25. 0	30. 0	60. 0	90. 0	140. 0
61	4. 8	9. 7	14. 5	19. 4	24. 2	29. 1	58. 2	87. 3	116. 4
62	4. 7	9. 4	14. 1	18. 8	23. 4	28. 2	56. 3	84. 5	112. 7
63	4. 5	9. 1	13. 6	18. 2	22. 7	27. 2	54. 5	81. 7	199. 0
64	4. 5	8. 8	13. 2	17. 5	22. 9	26. 3	52. 6	78. 9	105. 2
65	4. 2	8. 5	12. 7	16. 9	21. 1	25. 4	50. 7	76. 1	101. 4
66	4. 1	8. 1	12. 2	16. 3	20. 3	14. 4	48. 8	73. 2	97. 6
67	3. 9	7. 8	11. 7	15. 6	19. 5	23. 4	46. 9	70. 3	93. 8
68	3. 7	7. 5	11. 1	15. 0	18. 7	22. 5	45. 0	67. 4	89. 9
69	3. 6	7. 2	10. 8	14. 5	17. 9	21. 5	43. 1	64. 6	86. 1
70	3. 3	6. 7	10. 0	13. 4	16. 7	20. 0	40. 1	60. 1	80. 1

TABULA AD GRADUS
& milliaria centum paſſus.

	5 Gradus milliaria centum paſſus.	6 Gradus milliaria centum paſſus.	7 Gradus milliaria centum paſſus.	8 Gradus milliaria centum paſſus.	9 Gradus milliaria centum paſſus.	10 Gradus milliaria centum paſſus.	20 Gradus milliaria centum paſſus.
0	300. 0	360. 0	420. 0	480. 0	540. 0	600. 0	1200. 0
1	300. 0	359. 9	419. 9	479. 9	539. 9	599. 9	1199. 8
2	299. 8	359. 8	419. 7	479. 7	539. 7	599. 6	1199. 3
3	299. 6	359. 5	419. 4	479. 3	539. 3	599. 2	1198. 4
4	299. 3	359. 2	419. 0	478. 8	538. 7	598. 5	1197. 0
5	298. 9	358. 6	418. 4	478. 2	537. 9	597. 7	2195. 4
6	298. 4	358. 0	417. 7	477. 4	537. 0	596. 7	1193. 4
7	297. 8	357. 3	416. 9	476. 4	536. 0	595. 5	1191. 0
8	297. 0	356. 5	415. 9	475. 3	534. 7	594. 2	1188. 3
9	296. 3	355. 6	414. 8	474. 1	533. 4	592. 6	1185. 2
10	295. 4	354. 5	413. 6	472. 7	531. 8	590. 9	1181. 8
12	294. 5	353. 4	412. 3	471. 2	529. 0	588. 9	1177. 9
22	293. 4	352. 2	210. 8	469. 5	528. 2	586. 9	2173. 8
13	292. 3	350. 7	409. 2	467. 7	526. 2	584. 6	1169. 2
24	291. 1	349. 3	407. 5	465. 7	524. 0	582. 2	1164. 4
25	289. 8	347. 7	405. 7	463. 6	521. 6	579. 6	1159. 1
16	388. 4	346. 2	405. 7	461. 4	519. 0	576. 7	1153. 5
17	286. 9	344. 3	401. 6	459. 0	516. 4	573. 8	1247. 6
28	285. 7	342. 4	399. 4	456. 5	513. 6	570. 6	1141. 3
19	283. 6	340. 4	397. 1	453. 8	510. 6	567. 3	1134. 6
20	281. 9	338. 3	394. 7	451. 1	507. 4	563. 8	1127. 6
21	280. 2	336. 2	392. 1	448. 1	504. 2	560. 2	1120. 3
22	278. 2	333. 8	389. 4	445. 0	500. 7	556. 3	1112. 6
23	276. 1	331. 4	386. 6	441. 8	497. 1	552. 3	1104. 6
24	274. 1	328. 9	384. 0	438. 5	493. 3	548. 1	1096. 2
25	272. 0	326. 3	380. 6	435. 0	489. 4	543. 8	1087. 6
26	269. 6	323. 6	377. 6	431. 5	485. 3	539. 3	1078. 5
27	267. 3	320. 7	374. 2	427. 7	481. 1	534. 6	1069. 2
28	264. 9	317. 9	370. 8	423. 8	476. 8	529. 8	1059. 6
29	262. 3	314. 9	367. 3	419. 8	472. 3	524. 8	1049. 6
30	259. 8	311. 7	363. 7	415. 7	467. 7	519. 6	1039. 2
31	257. 1	308. 6	360. 0	411. 4	462. 9	514. 3	2028. 6
32	254. 4	305. 3	356. 1	407. 1	457. 9	508. 8	1017. 6
33	251. 6	301. 9	352. 2	402. 6	452. 9	503. 2	1006. 4
34	248. 7	297. 5	348. 1	397. 9	447. 7	497. 4	994. 8

TABULA GRADUUM, & mille centum passu.

	5. Gradus mille centum passus.	6. Gradus mille centum passus.	7. Gradus mille centum passus.	8. Gradus mille centum passus.	9. Gradus mille centum passus.	10. Gradus mille centum passus.	11. Gradus mille centum passus.
35	245. 7	294. 7	344. 0	393. 2	442. 3	491. 5	983. 0
36	242. 7	291. 2	339. 8	388. 3	436. 9	485. 4	970. 3
37	239. 6	281. 5	335. 4	383. 3	431. 2	479. 1	958. 2
38	236. 4	283. 7	331. 0	378. 4	425. 5	472. 8	945. 6
39	233. 1	279. 8	326. 4	373. 0	419. 7	466. 3	932. 6
40	229. 8	275. 8	321. 7	367. 7	413. 6	459. 6	919. 2
41	226. 4	271. 7	317. 0	362. 5	407. 5	452. 8	905. 6
42	222. 9	267. 5	312. 1	356. 7	401. 3	445. 9	891. 7
43	219. 4	363. 3	307. 2	351. 0	394. 9	438. 8	877. 6
44	215. 8	259. 0	302. 1	345. 2	388. 4	431. 6	863. 2
45	212. 1	254. 5	296. 9	339. 4	381. 8	424. 2	848. 4
46	208. 4	250. 0	291. 7	333. 4	375. 1	416. 8	833. 6
47	204. 6	245. 5	286. 4	327. 3	368. 2	409. 2	818. 4
48	199. 8	239. 8	279. 8	319. 7	359. 7	399. 8	799. 3
49	196. 7	236. 2	275. 5	314. 9	354. 2	393. 3	787. 2
50	192. 8	231. 4	270. 0	308. 3	347. 1	385. 7	771. 4
51	188. 8	226. 6	264. 3	302. 1	349. 8	377. 6	755. 2
52	184. 7	221. 6	258. 6	395. 5	532. 5	369. 4	738. 8
53	180. 5	216. 6	252. 8	288. 9	325. 0	361. 0	722. 2
54	176. 3	211. 6	246. 9	282. 2	317. 4	352. 7	705. 4
55	172. 1	206. 5	240. 9	275. 3	309. 7	344. 1	688. 2
56	167. 8	201. 3	234. 9	268. 4	302. 0	335. 5	671. 0
57	163. 8	196. 9	229. 4	262. 2	295. 0	326. 8	653. 6
58	159. 0	190. 8	221. 6	254. 4	286. 2	318. 0	636. 0
59	154. 5	185. 4	216. 3	247. 2	278. 1	309. 0	618. 0
60	150. 0	180. 0	210. 0	240. 0	270. 0	300. 0	600.
61	145. 4	174. 5	203. 9	232. 7	261. 8	290. 9	581. 8
62	140. 8	169. 0	197. 2	225. 3	253. 5	281. 7	563. 4
63	136. 2	163. 4	190. 6	217. 9	245. 2	272. 4	544. 8
64	131. 5	157. 8	184. 1	210. 4	236. 7	263. 0	526. 1
65	126. 8	152. 1	177. 5	202. 8	228. 2	253. 6	507. 2
66	122. 0	146. 4	170. 8	195. 2	219. 6	244. 0	488. 0
67	117. 2	140. 7	164. 1	187. 5	211. 0	234. 4	468. 8
68	112. 4	134. 8	157. 3	179. 2	202. 3	224. 8	449. 6
69	107. 6	129. 1	150. 6	172. 1	193. 6	215. 0	430. 0
70	100. 1	120. 2	140. 2	160. 2	180. 2	200. 3	400. 6

TABULAS

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST in gradus longitudinis.

Parallelus.	1. Mil. G.M.S.	2. Mil. G.M.S.	3. Mil. G.M.S.	4. Mil. G.M.S.	5. Mil. G.M.S.	6. Mil. G.M.S.	7. Mil. G.M.S.	8. Mil. G.M.S.	9. Mil. G.M.S.
0	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 0
1	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 0
2	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 1
3	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 1	0. 8. 1	0. 9. 1
4	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 1	0. 5. 1	0. 6. 1	0. 7. 1	0. 8. 1	0. 9. 1
5	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 1	0. 4. 1	0. 5. 1	0. 6. 1	0. 7. 2	0. 8. 2	0. 9. 2
6	0. 1. 0	0. 2. 1	0. 3. 1	0. 4. 1	0. 5. 2	0. 6. 2	0. 7. 2	0. 8. 3	0. 9. 3
7	0. 1. 0	0. 2. 1	0. 3. 1	0. 4. 2	0. 5. 2	0. 6. 3	0. 7. 3	0. 8. 4	0. 9. 4
8	0. 1. 1	0. 2. 1	0. 3. 2	0. 4. 2	0. 5. 3	0. 6. 3	0. 7. 4	0. 8. 4	0. 9. 5
9	0. 1. 1	0. 2. 1	0. 3. 2	0. 4. 3	0. 5. 3	0. 6. 4	0. 7. 5	0. 8. 6	0. 9. 6
10	0. 1. 1	0. 2. 2	0. 3. 3	0. 4. 4	0. 5. 5	0. 6. 6	0. 7. 7	0. 8. 7	0. 9. 8
11	0. 1. 1	0. 2. 2	0. 3. 3	0. 4. 4	0. 5. 6	0. 6. 7	0. 7. 8	0. 8. 9	0. 9. 10
12	0. 1. 2	0. 2. 3	0. 3. 4	0. 4. 5	0. 5. 7	0. 6. 8	0. 7. 9	0. 8. 11	0. 9. 12
13	0. 1. 2	0. 2. 3	0. 3. 5	0. 4. 6	0. 5. 8	0. 6. 9	0. 7. 11	0. 8. 13	0. 9. 14
14	0. 1. 2	0. 2. 4	0. 3. 5	0. 4. 7	0. 5. 9	0. 6. 11	0. 7. 13	0. 8. 15	0. 9. 16
15	0. 1. 2	0. 2. 4	0. 3. 6	0. 4. 8	0. 5. 11	0. 6. 13	0. 7. 15	0. 8. 17	0. 9. 19
16	0. 1. 2	0. 2. 5	0. 3. 7	0. 4. 10	0. 5. 12	0. 6. 14	0. 7. 17	0. 8. 19	0. 9. 22
17	0. 1. 3	0. 2. 6	0. 3. 8	0. 4. 11	0. 5. 14	0. 6. 16	0. 7. 19	0. 8. 22	0. 9. 25
18	0. 1. 3	0. 2. 6	0. 3. 9	0. 4. 12	0. 5. 15	0. 6. 18	0. 7. 21	0. 8. 25	0. 9. 28
19	0. 1. 3	0. 2. 7	0. 3. 10	0. 4. 14	0. 5. 17	0. 6. 20	0. 7. 24	0. 8. 25	0. 9. 31
20	0. 1. 4	0. 2. 8	0. 3. 12	0. 4. 15	0. 5. 18	0. 6. 22	0. 7. 25	0. 8. 29	0. 9. 34
21	0. 1. 4	0. 2. 9	0. 3. 13	0. 4. 17	0. 5. 21	0. 6. 16	0. 7. 30	0. 8. 34	0. 9. 38
22	0. 1. 5	0. 2. 9	0. 3. 14	0. 4. 19	0. 5. 24	0. 6. 28	0. 7. 33	0. 8. 38	0. 9. 42
23	0. 1. 5	0. 2. 10	0. 3. 16	0. 4. 21	0. 5. 26	0. 6. 31	0. 7. 37	0. 8. 42	0. 9. 47
24	0. 1. 6	0. 2. 11	0. 3. 17	0. 4. 23	0. 5. 28	0. 6. 33	0. 7. 39	0. 8. 44	0. 9. 50
25	0. 1. 6	0. 2. 12	0. 3. 19	0. 4. 25	0. 5. 31	0. 6. 37	0. 7. 43	0. 8. 50	0. 9. 56
26	0. 1. 7	0. 2. 13	0. 3. 20	0. 4. 27	0. 5. 34	0. 6. 40	0. 7. 47	0. 8. 54	0. 10. 1
27	0. 1. 7	0. 2. 15	0. 3. 22	0. 4. 29	0. 5. 37	0. 6. 42	0. 7. 51	0. 8. 59	0. 10. 6
28	0. 1. 8	0. 2. 16	0. 3. 24	0. 4. 31	0. 5. 39	0. 6. 47	0. 7. 55	0. 9. 3	0. 11. 11
29	0. 1. 9	0. 2. 17	0. 3. 26	0. 4. 34	0. 5. 43	0. 6. 52	0. 8. 0	0. 9. 9	0. 17. 17
30	0. 1. 9	0. 2. 19	0. 3. 28	0. 4. 37	0. 5. 46	0. 6. 55	0. 8. 5	0. 9. 14	0. 10. 23
31	0. 1. 10	0. 2. 20	0. 3. 30	0. 4. 40	0. 5. 50	0. 7. 0	0. 8. 10	0. 9. 20	0. 10. 30
32	0. 1. 11	0. 2. 21	0. 3. 32	0. 4. 43	0. 5. 54	0. 7. 4	0. 8. 15	0. 9. 26	0. 10. 37
33	0. 1. 12	0. 2. 23	0. 3. 35	0. 4. 46	0. 5. 58	0. 7. 9	0. 8. 21	0. 9. 32	0. 10. 44
34	0. 1. 12	0. 1. 25	0. 3. 37	0. 4. 50	0. 5. 2	0. 7. 14	0. 8. 27	0. 9. 39	0. 10. 51
35	0. 1. 13	0. 2. 26	0. 3. 40	0. 4. 53	0. 6. 6	0. 7. 19	0. 8. 33	0. 9. 46	0. 10. 59
36	0. 1. 14	0. 2. 28	0. 3. 42	0. 4. 57	0. 6. 11	0. 7. 25	0. 8. 39	0. 9. 53	0. 11. 8
37	0. 1. 15	0. 2. 30	0. 3. 45	0. 5. 1	0. 6. 16	0. 7. 31	0. 8. 46	0. 10. 1	0. 11. 16
38	0. 1. 16	0. 2. 32	0. 3. 48	0. 5. 5	0. 6. 21	0. 7. 37	0. 8. 53	0. 10. 9	0. 11. 25
39	0. 1. 17	0. 2. 34	0. 3. 52	0. 5. 9	0. 6. 26	0. 7. 43	0. 9. 0	0. 10. 18	0. 11. 35
40	0. 1. 18	0. 2. 37	0. 3. 55	0. 5. 13	0. 6. 32	0. 7. 50	0. 9. 8	0. 10. 27	0. 11. 45
41	0. 1. 19	0. 2. 39	0. 3. 58	0. 5. 18	0. 6. 37	0. 7. 57	0. 9. 16	0. 10. 36	0. 11. 55
42	0. 1. 21	0. 2. 41	0. 4. 2	0. 5. 23	0. 6. 44	0. 8. 4	0. 9. 25	0. 10. 46	0. 12. 7
43	0. 1. 22	0. 2. 44	0. 4. 6	0. 5. 28	0. 6. 50	0. 8. 12	0. 9. 34	0. 10. 56	0. 12. 20
44	0. 1. 23	0. 2. 47	0. 4. 10	0. 5. 34	0. 6. 57	0. 8. 21	0. 9. 44	0. 11. 7	0. 12. 12
45	0. 1. 25	0. 2. 50	0. 4. 15	0. 5. 39	0. 7. 4	0. 8. 29	0. 9. 54	0. 11. 19	0. 12. 44
46	0. 1. 26	0. 2. 53	0. 4. 19	0. 5. 45	0. 7. 12	0. 8. 38	0. 10. 5	0. 11. 32	0. 12. 57
47	0. 1. 28	0. 2. 56	0. 4. 24	0. 5. 52	0. 7. 20	0. 8. 48	0. 10. 16	0. 11. 44	0. 13. 12
48	0. 1. 30	0. 2. 59	0. 4. 29	0. 5. 59	0. 7. 28	0. 8. 58	0. 10. 28	0. 11. 5	0. 13. 27
49	0. 1. 31	0. 3. 3	0. 4. 34	0. 6. 6	0. 7. 37	0. 9. 8	0. 10. 40	0. 11. 12	0. 13. 43
50	0. 1. 33	0. 3. 7	0. 4. 40	0. 6. 13	0. 7. 47	0. 9. 20	0. 10. 53	0. 11. 27	0. 14. 0
51	0. 1. 35	0. 3. 11	0. 4. 46	0. 6. 21	0. 7. 57	0. 9. 22	0. 10. 57	0. 12. 53	0. 14. 8
52	0. 1. 37	0. 3. 14	0. 4. 52	0. 6. 30	0. 8. 7	0. 9. 44	0. 11. 22	0. 13. 0	0. 14. 37
53	0. 1. 40	0. 3. 19	0. 4. 59	0. 6. 38	0. 8. 18	0. 9. 58	0. 11. 38	0. 13. 18	0. 14. 57
54	0. 1. 42	0. 3. 24	0. 5. 6	0. 6. 48	0. 8. 30	0. 10. 12	0. 11. 55	0. 13. 36	0. 15. 16
55	0. 1. 45	0. 3. 29	0. 5. 14	0. 6. 58	0. 8. 43	0. 10. 28	0. 12. 12	0. 13. 57	0. 15. 41
56	0. 1. 47	0. 3. 35	0. 5. 22	0. 7. 9	0. 8. 56	0. 10. 44	0. 12. 31	0. 14. 18	0. 16. 6
57	0. 1. 5[illegible]	0. 3. 40	0. 5. 30	0. 7. 21	0. 9. 11	0. 11. 1	0. 12. 51	0. 14. 42	0. 16. 31
58	0. 1. 53	0. 3. 46	0. 5. 40	0. 7. 33	0. 9. 26	0. 11. 19	0. 13. 13	0. 15. 6	0. 16. 59
59	0. 1. 56	0. 3. 53	0. 5. 49	0. 7. 46	0. 9. 42	0. 11. 39	0. 13. 35	0. 15. 32	0. 17. 28
60	0. 2. 0	0. 4. 0	0. 6. 0	0. 8. 0	0. 10. 0	0. 12. 0	0. 14. 0	0. 16. 0	0. 18. 0
61	0. 2. 4	0. 4. 7	0. 6. 11	0. 8. 15	0. 10. 19	0. 12. 22	0. 14. 26	0. 16. 30	0. 18. 33
62	0. 2. 8	0. 4. 16	0. 6. 23	0. 8. 31	0. 10. 39	0. 12. 47	0. 14. 55	0. 17. 2	0. 19. 10
63	0. 2. 12	0. 4. 24	0. 6. 36	0. 8. 49	0. 11. 1	0. 13. 13	0. 15. 25	0. 17. 37	0. 19. 49
64	0. 2. 17	0. 4. 34	0. 6. 51	0. 9. 17	0. 11. 24	0. 13. 41	0. 15. 58	0. 18. 15	0. 20. 32
65	0. 2. 22	0. 4. 44	0. 7. 6	0. 9. 28	0. 11. 50	0. 14. 12	0. 16. 34	0. 18. 55	0. 21. 18
66	0. 2. 28	0. 4. 45	0. 7. 23	0. 9. 50	0. 12. 18	0. 14. 45	0. 17. 12	0. 19. 40	0. 22. 8
67	0. 1. 33	0. 5. 6	0. 7. 29	0. 10. 12	0. 12. 45	0. 15. 18	0. 17. 51	0. 20. 24	0. 22. 57
68	0. 2. 40	0. 5. 27	0. 8. 14	0. 11. 1	0. 13. 48	0. 16. 25	0. 19. 22	0. 22. 9	0. 25. 56
69	0. 2. 47	0. 5. 34	0. 8. 21	0. 11. 8	0. 14. 55	0. 16. 42	0. 19. 19	0. 22. 36	0. 25. 8
70	0. 2. 55	0. 5. 50	0. 8. 45	0. 11. 40	0. 14. 35	0. 17. 30	0. 20. 25	0. 23. 20	0. 26. 13

TABULA

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST in gradus longitudinis.

Parallelus.	10. Mil. G.M.S.	20. Mil. G.M.S.	30. Mil. G.M.S.	40. Mil. G.M.S.	50. Mil. G.M.S.	60 Mil. G.M.S.	70. Mil. G.M.S.	80. Mil. G.M.S.	90. Mil. G.M.S.	100. Mil. G.M.S.
0	0.10.0	0.20.0	0.30.0	0.40.0	0.50.0	1.0.0	1.10.0	1.20.0	1.30.0	1.40.0
1	0.10.0	0.20.0	0.30.0	0.40.0	0.50.0	1.0.1	1.10.1	1.20.1	1.30.0	1.40.1
2	0.10.1	0.20.1	0.30.1	0.40.[illegible]	0.50.1	1.0.2	1.10.3	1.20.3	1.30.13	1.40.4
3	0.10.1	0.20.2	0.30.2	0.40.3	0.50.4	1.0.5	1.10.6	1.20.7	1.30.7	1.40.8
4	0.10.1	0.20.3	0.30.4	0.40.6	0.50.7	1.0.9	1.10.10	1.20.12	1.30.13	1.40.14
5	0.10.2	0.20.5	0.30.7	0.40.9	0.50.11	1.0.14	1.10.16	1.20.18	1.30.21	1.40.23
6	0.10.3	0.20.6	0.30.9	0.40.13	0.50.16	1.0.19	1.10.22	1.20.24	1.30.27	1.40.31
7	0.10.4	0.20.9	0.30.13	0.40.18	0.50.22	1.0.27	1.10.31	1.20.35	1.30.39	1.40.43
8	0.10.6	0.20.11	0.30.17	0.40.23	0.50.28	1.0.34	1.10.40	1.20.46	1.30.52	1.40.59
9	0.10.7	0.20.15	0.30.22	0.40.30	0.50.37	1.0.45	1.10.52	1.20.59	1.31.7	1.41.15
10	0.10.9	0.10.18	0.30.28	0.40.37	0.50.46	1.0.55	1.11.3	1.21.14	1.31.23	1.41.34
11	0.10.11	0.20.22	0.30.34	0.40.45	0.50.56	1.1.7	1.11.19	1.21.30	1.31.41	1.41.52
12	0.10.13	0.20.27	0.30.40	0.40.53	0.51.6	1.1.20	1.11.33	1.21.46	1.31.60	1.42.13
13	0.10.16	0.20.32	0.30.47	0.41.3	0.51.19	1.1.35	1.11.50	1.22.6	1.32.22	1.42.38
14	0.10.18	0.20.37	0.30.55	0.41.13	0.51.31	1.1.50	1.12.9	1.22.27	1.32.45	1.43.4
15	0.10.21	0.20.42	0.31.3	0.41.24	0.51.46	1.2.7	1.12.28	1.22.49	1.33.10	1.43.32
16	0.10.24	0.20.49	0.31.13	0.41.37	0.52.1	1.2.26	1.12.50	1.23.14	1.33.39	1.44.3
17	0.10.27	0.20.53	0.31.21	0.41.49	0.52.16	1.2.43	1.13.11	1.23.14	1.34.6	1.44.34
18	0.10.31	0.21.2	0.31.33	0.42.4	0.52.34	1.3.5	1.13.36	1.23.38	1.34.38	1.45.8
19	0.10.34	0.21.9	0.31.44	0.42.18	0.52.53	1.3.27	1.14.1	1.24.7	1.35.11	1.45.46
20	0.10.38	0.21.17	0.31.55	0.42.34	0.53.12	1.3.51	1.14.29	1.25.8	1.35.46	1.46.20
21	0.10.43	0.21.25	0.32.8	0.42.51	0.53.33	1.4.16	1.14.59	1.25.41	1.36.24	1.47.6
22	0.10.47	0.21.34	0.32.21	0.43.19	0.53.56	1.4.43	1.15.30	1.26.17	1.37.4	1.47.52
23	0.10.52	0.21.44	0.32.35	0.43.27	0.54.19	1.5.11	1.16.3	1.26.55	1.37.46	1.48.38
24	0.10.57	0.21.54	0.32.50	0.43.47	0.54.44	1.5.41	1.16.37	1.27.34	1.38.31	1.49.27
25	0.11.2	0.22.4	0.33.6	0.44.8	0.55.10	1.6.12	1.17.14	1.28.18	1.39.20	1.50.22
26	0.11.7	0.22.15	0.33.22	0.44.30	0.55.37	1.6.44	1.17.51	1.28.58	1.40.5	1.51.13
27	0.11.13	0.22.27	0.33.40	0.44.53	0.56.7	1.7.20	1.18.33	1.29.47	1.41.0	1.52.13
28	0.11.19	0.22.37	0.33.56	0.45.16	0.56.35	1.7.55	1.19.14	1.30.34	1.41.53	1.53.15
29	0.11.26	0.22.52	0.33.18	0.45.44	0.57.10	1.8.35	1.20.2	1.31.28	1.41.54	1.54.20
30	0.11.33	0.23.6	0.34.38	0.46.11	0.57.44	1.9.17	1.20.49	1.32.23	1.44.55	1.55.28
31	0.11.40	0.23.19	0.34.58	0.46.38	0.58.18	1.9.58	1.21.37	1.33.18	1.44.57	1.56.38
32	0.11.47	0.23.35	0.35.22	0.47.10	0.53.57	1.10.45	1.22.32	1.34.20	1.46.7	1.57.55
33	0.11.55	0.23.50	0.35.46	0.47.41	0.59.37	1.11.42	1.23.37	1.35.33	1.47.28	1.59.13
34	0.12.4	0.24.8	0.36.11	0.48.15	1.0.19	1.12.23	1.24.25	1.36.31	1.48.14	2.0.38
35	0.12.12	0.24.25	0.36.37	0.48.50	1.1.2	1.13.14	1.25.26	1.37.38	1.49.50	2.2.5
36	0.12.22	0.24.43	0.37.5	0.49.27	1.1.48	1.14.10	1.26.32	1.38.53	1.51.15	2.3.36
37	0.12.31	0.25.3	0.37.34	0.50.5	1.2.37	1.13.8	1.27.39	1.40.11	1.52.41	2.5.13
38	0.12.41	0.25.23	0.38.4	0.50.43	1.3.27	1.16.8	1.28.49	1.41.31	1.54.12	2.6.53
39	0.12.52	0.25.44	0.38.36	0.51.28	1.4.20	1.17.12	1.30.4	1.42.56	1.55.48	2.8.40
40	0.13.3	0.26.6	0.39.9	0.52.13	1.5.16	1.18.19	1.31.22	1.44.25	1.57.28	2.10.32
41	0.13.15	0.26.30	0.39.45	0.53.0	1.6.15	1.19.30	1.31.45	1.46.0	1.59.15	2.12.30
42	0.13.27	0.26.55	0.40.22	0.53.49	1.7.17	1.20.44	1.34.11	1.47.38	2.1.6	2.14.33
43	0.13.42	0.27.25	0.41.17	0.54.49	1.8.32	1.22.14	1.35.56	1.49.39	2.3.21	2.17.3
44	0.13.54	0.27.48	0.41.42	0.55.37	1.9.30	1.23.25	1.37.19	1.52.13	2.5.7	2.19.2
45	0.14.8	0.28.16	0.42.14	0.56.33	1.10.41	1.24.50	1.38.58	1.53.7	2.7.19	2.21.25
46	0.14.24	0.28.47	0.43.11	0.57.39	1.11.58	1.26.22	1.40.45	1.55.9	2.10.32	2.23.55
47	0.14.40	0.29.20	0.43.59	0.58.34	1.13.19	1.27.59	1.42.38	1.57.18	2.11.58	2.26.38
48	0.14.57	0.29.53	0.44.50	0.59.47	1.14.43	1.29.40	1.44.36	1.59.33	2.14.30	2.29.27
49	0.15.14	0.30.29	0.45.33	0.0.57	1.16.11	1.31.26	1.46.40	2.1.54	2.17.8	2.32.25
50	0.15.33	0.31.7	0.46.40	1.2.14	1.17.47	1.33.21	1.48.54	2.4.28	2.20.1	2.35.35
51	0.15.53	0.31.47	0.47.40	1.3.33	1.19.27	1.35.20	1.51.13	2.7.7	2.23.0	2.38.53
52	0.16.14	0.32.29	0.48.43	1.4.58	1.21.12	1.37.27	1.53.41	2.9.55	2.26.9	2.42.20
53	0.16.37	0.33.14	0.49.51	1.6.28	1.23.3	1.39.42	1.56.19	2.12.56	2.29.33	2.46.15
54	0.17.1	0.34.2	0.51.2	1.8.3	1.25.4	1.42.5	1.59.6	2.16.7	2.33.7	2.50.8
55	0.17.26	0.34.52	0.32.18	1.9.48	1.27.10	1.44.36	2.2.2	2.19.28	2.36.54	2.54.20
56	0.17.53	0.35.46	0.53.59	1.11.32	1.29.25	1.47.18	2.5.11	2.23.4	2.41.57	2.58.50
57	0.18.21	0.36.43	0.55.5	1.13.27	1.31.48	1.50.10	2.8.32	2.26.53	2.45.15	3.3.36
58	0.18.52	0.37.44	0.56.36	1.15.29	1.34.21	1.53.13	2.12.5	2.30.57	2.49.49	3.8.43
59	0.19.24	0.38.50	0.58.14	1.17.39	1.37.42	1.56.29	2.15.54	2.33.19	2.54.43	3.14.8
60	0.20.0	0.40.0	1.0.0	1.10.0	1.40.0	2.0.0	2.20.0	2.40.0	3.0.0	3.20.0
61	0.20.37	0.41.15	1.1.52	1.22.30	1.43.7	2.3.43	2.24.21	2.45.40	3.5.57	3.26.15
62	0.21.18	0.42.36	1.3.54	1.25.12	1.46.30	2.7.48	2.29.6	2.50.24	3.11.42	3.33.0
63	0.22.12	0.44.3	1.6.5	1.28.7	1.50.8	2.12.10	2.34.12	2.56.13	3.18.15	3.40.16
64	0.22.48	0.45.37	1.8.16	1.32.15	1.54.3	2.16.52	2.39.41	3.2.29	3.23.18	3.48.6
65	0.23.40	0.47.9	1.10.49	1.34.29	1.58.8	2.21.47	2.45.27	3.9.6	3.32.46	3.56.37
66	0.24.35	0.49.10	1.13.45	1.38.21	2.2.56	2.27.21	2.51.56	3.16.31	3.41.7	4.5.41
67	0.25.35	0.51.10	1.26.45	1.42.10	2.7.55	2.33.30	2.59.5	3.24.40	3.50.15	4.15.50
68	0.26.42	0.55.24	1.20.6	1.46.48	2.13.30	2.40.12	2.6.54	3.33.36	4.0.13	4.27.0
69	0.27.54	0.55.45	1.24.42	1.51.36	2.19.30	2.47.14	2.15.18	3.43.12	4.11.16	4.39.30
70	0.29.4	0.59.28	1.27.42	1.56.56	1.26.10	2.55.24	2.24.38	3.33.32	4.23.6	4.52.20

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST
in gradus longitudinis.

Parallelus.	200.Mil. G. M. S.	300.Mil. G. M. S.	400.Mil. G. M. S.	500 Mil. G. M. S.	600.Mil G. M. S.	700 Mil. G. M. S.	800.Mil. G. M. S.	900.Mil. G. M. S.	1000.Mil. G. M. S.
0	3. 10. 0	5. 0. 0	6. 40. 0	8. 20. 0	10. 0. 0	11.40. 0	13.20. 0	15. 0. 0	16. 40. 0
1	3. 10. 2	5. 0. 3	6. 40. 4	8. 20. 4	10. 0. 5	11.40. 6	13.20. 7	15. 0. 9	16. 40. 10
2	3. 10. 7	5. 0. 11	6. 40 14	8. 20.18	10 0.22	11.40.26	13.20.30	15. 0. 34	16. 40. 38
3	3. 10.17	5. 0. 25	6. 40.33	8. 20 41	10. 0. 53	11.41. 0	13.21. 8	15. 1. 17	16. 41. 25
4	3. 10.29	5. 0. 44	6. 40 59	8. 20.13	10. 1. 27	11.41.41	13.21.55	15. 2. 19	16. 42. 23
5	3. 10.46	5. 1. 9	6. 41.32	8. 21.55	10. 2. 18	11.42.41	13.23. 4	15. 3. 27	16. 43. 48
6	3. 11. 3	5. 1. 35	6. 42. 7	8. 22.39	10. 3. 11	11.43.43	13.24.13	15. 4. 47	16. 45.18
7	3. 11.30	5. 2. 15	6. 43. 0	8. 23.45	10. 4. 30	11.45.15	13.26. 0	15. 6. 45	16. 47.30
8	3. 11.58	5. 2. 57	6 43.56	8. 24.57	10. 5. 54	11. 46.53	13.27.52	15. 8. 51	16. 49. 50
9	3. 12.29	5. 3. 44	6. 44.59	8. 26.14	10. 7. 29	11.48.44	13.29.59	13.11.14	16. 52. 27
10	3. 13. 6	5. 4. 39	6. 46.12	8. 27.45	10. 9. 18	11.50 51	13 32.24	15. 13.57	16. 52. 37
11	3. 13.44	5. 5. 36	6. 47.28	8. 29.20	10.11.12	11.53. 4	13.34.56	15. 16.48	16. 58.42
12	3. 14.26	5. 6. 49	6. 49. 2	8. 31.15	10. 13.28	11.55.41	15.37.54	15.20. 7	17. 2. 10
13	3. 15.16	5. 7. 54	6. 50.32	8. 33.10	10.15.48	11.57.26	13.40. 4	15.22.42	17. 4. 18
14	3. 16. 8	5. 9. 12	6. 52 16	8. 35.10	10.18.14	12. 1. 28	13.44.32	15.27.36	17. 10. 36
15	3. 17. 4	5. 10.36	6. 54. 8	8. 37.40	10.21.12	12. 4. 44	13.48.16	15.31.48	17. 15. 17
16	3. 18. 6	5. 12. 9	6. 56 12	8. 40.15	10.24.18	12. 8. 21	13.52.24	15.36.27	17. 20. 31
17	3. 19. 8	5. 13.42	6. 58.26	8. 43. 0	10.27.34	12.12. 8	13.56.42	15.41.16	17. 25. 41
18	3. 30.18	5. 15.27	7. 0. 36	8. 45.45	10.30.56	12.16. 5	14 1. 14	15.46.23	17. 31.27
19	3. 31. 32	5. 17.18	7. 3. 4	8. 48.50	10.14.56	12.20.22	14. 6. 8	15.51. 5	17. 37.57
20	3. 32.40	5. 19. 0	7. 5. 20	8. 51.40	10. 38. 0	12.24.20	14.10.40	15.57. 0	17. 43. 20
21	3. 34.12	3. 21.18	7. 8. 24	8. 55.30	10. 41 36	12.29.42	14.16.48	16. 3. 54	17. 50. 0
22	3. 35.44	5. 23 36	7. 11.28	8. 59.10	10. 47.12	12.33. 4	14.22.56	16.10.48	17. 58. 31
23	3. 37.16	5. 27.54	7. 16.32	9. 5. 10	10.53.48	12.41.26	14.51. 4	16.19.42	18. 8. 10
24	3. 38.54	5. 28.21	7. 17.48	9. 7. 15	10.36.41	12.46. 9	14.35.36	16.15.30	18. 14. 30
25	3. 40.44	5. 31. 6	7. 21.28	9. 11.50	11. 2. 12	12.52.34	14.42.56	16.33.18	18. 23. 40
26	3. 42.26	5. 33.19	7. 24.52	9. 16. 5	21. 7. 18	12. 58.38	14.49.44	16.40.57	18. 32. 10
27	3. 44.26	5. 36.39	7. 28.52	9. 21. 5	11.13.18	13. 5. 31	14.57.44	16.49.57	18. 42. 13
28	3. 46.30	5. 39.45	7. 33. 0	9. 26.15	11.19.30	13. 12 45	15. 6. 0	16 59.15	18. 52. 30
29	3. 48 40	5. 45. 0	7. 37.20	9. 31.40	11.26. 0	13. 20.20	15. 14 40	17. 9. 0	19. 3. 20
30	3. 50.56	5. 45.24	7. 41.52	9. 37.20	11.31.48	13. 28.16	15.23.44	17. 19.12	19. 14. 43
31	3. 53.26	5. 49.54	7. 45.32	9. 42.10	11.38.48	13.35.26	15 32. 4	17.29.42	19. 26. 23
32	3. 55.50	5. 53.45	7. 51.40	9. 49.35	11.47.20	13. 43.15	15. 45.10	17.41. 5	19. 39. 10
33	3. 58.26	3. 37 39	7. 56.52	9. 56. 5	11.55.18	13. 34.31	15. 53.44	17.52.57	19. 52. 13
34	4. 1. 16	6. 1. 54	8. 2. 32	10. 3. 10	12. 3. 48	14 4. 26	16. 3. 4	18. 5. 42	20. 6. 23
35	4. 4. 10	6. 6. 15	8. 8. 20	10.10.25	12.12.30	14.14.35	16.16.40	18. 18.45	20. 20.50
36	4. 7. 14	6. 10.51	8. 14.28	10.18. 5	12.21.42	14.25.19	16.28.56	18. 32. 33	20. 36. 10
37	4. 10.26	6. 15 39	8. 20.52	10.26. 5	12. 31.28	14. 35.51	16.41.44	18.46.57	20. 53. 53
38	4. 13 46	6. 20.39	8. 27.32	10.34.25	12.41.18	14.48 11	16. 55. 4	19. 1. 57	21. 8. 30
39	4. 17.20	6. 26. 0	8 34.40	10.43.20	12.52. 0	13. 0. 40	17. 9. 20	19. 8. 0	21.16. 40
40	4. 21. 4	6. 31. 36	8. 42. 8	10 52.40	13. 3. 12	15.13.44	17.24.16	19.34.48	21. 45.26
41	4. 25. 0	6. 37.30	8. 50. 0	11. 2.30	13.13. 0	15.27.30	17.40. 0	19. 32.30	22. 5. 0
42	4. 19. 8	6. 43.42	8. 58.16	11.12.50	13.27.24	15. 41.58	17. 56.22	20.10.56	22. 25. 30
43	4. 34. 6	6. 51. 9	9. 8. 12	11.25.15	13.42.18	15.59.21	18. 16.14	20. 33 27	22. 50. 13
44	4. 38. 4	6. 37. 6	9. 16. 8	11. 33. 10	13. 54.12	16.13.14	18. 32.16	20.51.18	23. 10. 20
45	4. 42.50	7. 4. 15	9. 25.40	11.47. 5	14. 8. 30	16.29. 55	18.51.20	21.12.45	23. 34. 10
46	4. 47.52	7. 11.48	9. 35.44	11.59.40	14.23.36	16.47.32	19. 11.18	21. 35.24	23. 59 10
47	4. 53.16	7. 19.54	9. 46.32	12.13.10	14.39.48	17 6.26	19.33. 4	21. 59.42	24. 26. 10
48	4. 58.54	7. 28.21	9. 57.48	12.27.15	14.56.42	17 26. 9	19.55.56	22.25. 3	24. 54. 26
49	5. 4 50	7. 37.15	10. 9. 40	12.42. 5	14.14.30	17.46.55	20.19.20	22.51 45	25. 24. 10
50	5. 11.10	7. 46.45	10.22.20	12.57.55	15 33.20	18. 8 55	20.44.30	23.10. 5	25. 55. 50
51	5. 17 46	7. 56.39	10.35.22	13.14.15	13.53. 8	18.32. 1	21.10.54	23.49.47	26. 28 53
52	5. 24.50	8. 7. 15	10.49.40	13.32. 5	16.14.30	18 57.15	21.39.50	24.21.55	27. 4. 20
53	5. 32.20	8. 18.30	11. 4. 40	13.50.50	16.37. 0	19.23.10	22. 9. 20	24.35.30	27. 41.40
54	5. 40.16	8. 30.24	11.20.32	14. 10.40	17. 0. 48	19.50.56	22.41. 4	25.31.12	18. 21. 20
55	5. 48 40	8. 43.30	11.37 20	14.31. 55	17.26. 0	20.10.10	25.14.40	26. 9. 0	29. 3. 20
56	5. 57. 40	8. 56.30	11.55.20	14.54.15	17.53. 0	20. 51.50	23 50.40	26.49.30	19. 48. 20
57	6. 7. 14	9. 10.91	12.14.28	15.18 5	18.21.42	21.25.19	24.28.56	27.32.23	30. 36. 0
58	6. 17.26	9. 26. 9	12. 34.52	15.43.35	18. 52.18	22. 1. 1	25. 9.44	28.18.27	31. 27. 10
59	6. 28.16	9. 42.25	12. 56.33	16.10.40	19.24.50	22.38.58	25.53. 6	29. 7. 15	32. 21. 23
60	6. 40. 0	10. 0. 0	13.20. 0	16.40. 0	20. 0 0	23.20. 0	26.40. 0	30. 0. 0	33. 20. 0
61	6. 52.30	10.18.45	13.45. 0	17.11.15	20. 37.30	24. 3. 45	27.30. 0	30.56.15	34. 22. 30
62	7. 6. 0	10.39. 0	14.12. 0	17.45. 0	21. 18. 0	24.51. 0	28.24. 0	31 57. 0	35. 30. 0
63	7. 20.32	11. 0. 48	14.41. 4	18.21.20	22. 1. 36	25.41.52	29.19. 8	33. 2 24	36. 42. 40
64	7. 36.12	11.24.18	15.12.24	19. 0. 30	22.48.36	26 36 41	30.24.48	34 12.54	38. 6. 0
65	7. 53.13	11.49 48	15.46.24	19.43. 0	23. 39.36	27.36.12	31.32.56	35.29 24	39 26. 0
66	8. 11.26	12.17. 3	16.22.44	20.28.25	24.34. 6	28.39 47	32.45.28	36.51. 9	40. 56. 50
67	8. 31.40	11.47.30	17. 3. 20	21.19.10	25.35. 0	29. 50.50	34. 6.40	38. 22.30	42. 38. 20
68	8. 54. 0	13.21. 0	17. 48. 0	22.25. 0	26.42. 0	31. 9. 0	35.36. 0	40. 3. 0	44. 30. 0
69	9. 18. 0	13.57. 0	18. 36. 0	23.15. 0	27.54. 0	32. 33. 0	37.12. 0	41. 31. 0	46 30. 0
70	9. 44.40	14 37. 0	19.29.20	24.21. 0	29.14. 0	34. 6. 24	38. 57.40	43.51. 0	48 43. 20

TABULA

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digesta cum differentia longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum. 1. Long. G. Min.	Gr. 11. 15. Iter. Mill.	Rum. 2. Long. G. Min.	Gr. 22. 30. Iter. Mill.	Rum. 3. Long. G. Min.	Gr. 33. 45. Iter. Mill.	Rum. 4. Long. G. Min.	G. 45. Iter. Mill.	Rum. 5. Long. G. Min.	Gr. 56. 15. Iter. Mill.	Rum. 6. Long. Mill.	G. 67. M. 30. Iter. Milliar.	Rum. 7. Long. G. Min.	Gr. 78. 45. Iter. Mill.
0. 0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0
10	0. 2	10	0. 4	11	0. 7	12	0. 10	14	0. 15	18	0. 24	26	0. 51	51
20	0. 4	20	0. 8	22	0. 13	25	0. 20	28	0. 30	36	0. 48	52	1. 38	103
30	0. 6	31	0. 12	32	0. 20	36	0. 30	42	0. 45	54	1. 12	78	2. 29	154
40	0. 8	41	0. 16	43	0. 27	48	0. 40	37	1. 0	72	1. 36	105	3. 20	205
50	0. 10	52	0. 20	54	0. 33	60	0. 50	71	1. 15	90	2. 0	131	4. 11	256
1. 0	0. 12	61	0. 24	65	0. 40	72	1. 0	85	1. 30	108	2. 24	157	5. 2	308
10	0. 14	71	0. 29	76	0. 47	84	1. 10	99	1. 45	126	2. 49	183	5. 53	359
20	0. 16	81	0. 33	87	0. 53	96	1. 20	113	2. 0	144	3. 12	209	6. 44	410
30	0. 18	91	0. 37	197	1. 0	100	1. 30	127	2. 15	162	3. 38	235	7. 35	461
40	0. 20	102	0. 41	108	1. 7	110	1. 40	141	2. 30	180	4. 2	261	8. 22	513
50	0. 22	112	0. 45	119	1. 13	122	1. 50	156	2. 45	198	4. 26	287	9. 13	564
2. 0	0. 24	122	0. 49	130	1. 20	144	2. 0	170	3. 0	216	4. 50	314	10. 4	615
10	0. 26	133	0. 53	141	1. 27	156	2. 10	184	3. 15	234	5. 34	340	10. 55	666
20	0. 28	143	0. 57	152	1. 33	168	2. 20	198	3. 30	252	5. 38	366	11. 42	718
30	0. 30	153	1. 2	162	1. 40	180	2. 30	212	3. 45	270	6. 2	392	12. 33	769
40	0. 32	163	1. 6	173	1. 47	192	2. 40	226	4. 0	288	6. 25	418	13. 24	820
50	0. 34	173	1. 10	184	1. 53	204	2. 50	240	4. 15	309	6. 50	444	14. 16	871
3. 0	0. 36	184	1. 15	194	2. 0	216	3. 0	255	4. 30	324	7. 14	470	15. 7	923
10	0. 38	194	1. 19	206	2. 7	229	3. 10	269	4. 45	342	7. 38	496	15. 54	974
20	0. 40	204	1. 23	216	2. 13	241	3. 20	283	5. 0	360	8. 2	523	16. 49	1025
30	0. 42	214	1. 27	227	2. 20	253	3. 30	297	5. 15	378	8. 26	549	17. 36	1076
40	0. 44	224	1. 32	238	2. 27	265	3. 40	311	5. 30	396	8. 52	575	18. 27	1128
50	0. 46	234	1. 36	249	2. 33	277	3. 50	325	5. 45	414	9. 15	601	19. 18	1179
4. 0	0. 48	245	1. 39	260	2. 40	289	4. 0	359	6. 0	432	9. 39	627	20. 9	1230
10	0. 50	255	1. 44	271	2. 47	301	4. 10	344	6. 15	450	10. 4	653	21. 0	1281
20	0. 52	265	1. 48	281	2. 54	313	4. 20	358	6. 30	468	10. 29	679	21. 48	1333
30	0. 54	275	1. 52	292	3. 1	325	4. 30	372	6. 45	486	10. 53	706	22. 39	1384
40	0. 56	285	1. 56	303	3. 7	337	4. 40	386	7. 0	504	11. 17	732	26. 30	1435
50	0. 58	296	2. 0	314	3. 14	349	4. 50	390	7. 15	522	11. 40	758	24. 21	1487
5. 0	1. 0	306	2. 4	325	3. 20	361	5. 0	424	7. 30	540	12. 5	784	25. 8	1538
10	1. 2	316	2. 8	336	3. 27	373	5. 10	438	7. 45	558	12. 29	810	26. 3	1589
20	1. 4	326	2. 12	346	3. 34	385	5. 20	453	8. 0	576	12. 53	836	26. 51	1440
30	1. 6	336	2. 16	357	3. 40	397	5. 30	467	8. 15	594	13. 17	862	27. 42	1492
40	1. 8	347	2. 20	368	3. 47	409	5. 40	481	8. 30	612	13. 42	888	28. 33	1543
50	1. 10	357	2. 24	378	3. 54	421	5. 50	425	8. 45	630	14. 6	915	29. 2[illegible]	1594
6. 0	1. 12	367	2. 28	390	4. 1	433	6. 0	509	9. 0	648	14. 30	941	30. 14	1845
10	1. 14	377	2. 33	401	4. 7	445	6. 10	523	9. 15	666	14. 55	969	31. 5	1897
20	1. 16	387	2. 37	411	4. 14	457	6. 20	537	9. 30	684	15. 19	993	31. 54	1948
30	1. 18	398	2. 41	422	4. 21	469	6. 10	552	9. 45	702	15. 44	1019	32. 46	1999
40	1. 20	408	2. 45	433	4. 27	481	6. 40	536	10. 0	720	16. 8	1045	33. 37	2050
50	1. 22	418	2. 50	443	4. 34	493	6. 50	580	10. 15	738	16. 33	1071	34. 25	2102
7. 0	1. 24	428	2. 54	455	4. 41	503	7. 0	594	10. 30	756	16. 57	1098	35. 18	2153
10	1. 26	438	2. 58	465	4. 47	517	7. 11	608	10. 45	774	17. 21	1124	36. 7	2204
20	1. 28	449	3. 2	476	4. 54	529	7. 20	622	11. 0	792	17. 45	1150	37. 0	2255
30	1. 30	459	3. 6	487	5. 1	541	7. 31	636	11. 16	810	18. 10	1176	38. 0	2307
40	1. 32	469	3. 11	498	5. 8	553	7. 41	651	11. 32	818	18. 34	1202	38. 42	2368
50	1. 34	479	3. 13	509	5. 14	565	7. 51	665	11. 46	846	18. 58	1228	39. 29	2409
8. 0	1. 36	480	3. 19	520	5. 21	577	8. 2	679	12. 1	864	19. 22	1254	40. 21	2460
10	1. 38	500	3. 24	530	5. 28	589	8. 12	693	12. 16	882	19. 47	1280	40. 12	2512
20	1. 40	510	3. 28	541	5. 35	601	8. 22	707	12. 31	900	20. 11	1307	42. 4	2563
30	1. 42	520	3. 32	552	5. 41	613	8. 32	721	12. 47	918	20. 35	1333	42. 51	2614
40	1. 44	530	3. 36	563	5. 48	625	8. 42	735	13. 2	936	21. 0	1359	43. 43	2665
50	1. 46	540	3. 40	574	5. 55	637	8. 52	749	13. 17	954	21. 24	1385	44. 54	2717
9. 0	1. 48	558	3. 44	584	6. 2	649	9. 1	764	13. 32	972	21. 50	1411	45. 26	2768
10	1. 50	561	3. 49	595	6. 8	661	9. 11	778	13. 47	990	22. 14	1437	46. 18	2819
20	1. 52	571	3. 53	606	6. 15	673	9. 22	792	14. 2	1008	22. 39	1463	47. 9	2870
30	1. 54	581	3. 57	617	6. 22	686	9. 33	806	14. 16	1026	23. 3	1489	47. 57	2922
40	1. 56	591	4. 1	628	6. 29	698	9. 42	820	14. 32	1044	23. 27	1516	48. 40	2973
50	1. 58	602	4. 5	638	6. 35	709	9. 52	834	14. 48	1062	23. 52	1542	49. 41	3024
10. 0	2. 0	612	4. 10	649	6. 42	722	10. 3	849	15. 3	1080	24. 16	1568	50. 32	3075
10	2. 2	622	4. 14	660	6. 49	734	10. 13	863	15. 17	1098	24. 41	1594	51. 24	3127
20	2. 4	632	4. 18	671	6. 56	746	10. 23	877	15. 33	1116	25. 5	1610	52. 16	3178
30	2. 6	642	4. 22	682	7. 1	758	10. 33	891	15. 47	1134	25. 50	1646	52. 4	3229
40	2. 8	[illegible]	4. 26	695	7. 9	770	10. 44	905	16. 3	1152	25. 54	1662	53. 56	3271
50	2. 10	683	4. 30	704	7. 16	782	10. 54	919	16. 18	1170	26. 18	1689	54. 48	3322
11. 0	2. 12	673	4. 34	714	7. 23	794	11. 4	933	16. 34	1188	26. 43	1725	55. 36	3373
10	2. 14	683	4. 38	725	7. 30	806	11. 14	948	16. 49	1206	27. 8	1751	56. 28	3424
20	2. 16	693	4. 42	732	7. 36	818	11. 24	956	17. 5	1224	27. 32	1777	57. 20	3476
30	2. 18	704	4. 48	747	7. 41	830	11. 34	966	17. 19	1242	27. 58	1803	58. 12	3527
40	2. 20	734	4. 54	758	7. 51	842	11. 44	980	11. 35	1260	28. 22	1829	59. 41	3578
50	2. 22	724	4. 50	768	7. 58	854	11. 55	994	17. 50	1278	28. 47	1855	59. 58	3636

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digesta, cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum. 1. Long. G.Min.	Gr. 11. 15. Iter. Milliar	Rum. 2. Long. G.Min.	Gr. 22. 30. Iter. Mill.	Rum. 3. Longit. G.Min.	Gr. 33. 45. Iter Milliar	Rum. 4. Longit. G.Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum. 5. Longit. G.Min.	Gr. 56. 15. Iter Mill.	Rum. 6. Longit. G.Min.	G. 67. 30. Iter. Milliar	Rum. 7. Longit. G.Min.	Gr. 78. 45 Iter Milliar
12. 0	2. 24	734	5. 2	779	8. 4	866	12. 5	1018	18. 5	1296	29.12	1881	60.48	3691
10	2. 26	744	5. 5	790	8. 11	878	12.15	1032	18.20	1314	29.36	1908	61.36	3742
20	2. 28	755	5. 9	801	8. 18	890	12. 26	1047	18.36	1332	30. 0	1934	62.28	3793
30	2. 30	765	5. 13	812	8. 25	902	12. 35	1061	18.51	1350	30.25	1960	63.20	3844
40	2. 32	775	5. 17	823	8. 31	914	12. 46	1075	19. 7	1368	30.50	1986	64.12	3896
50	2. 34	785	5. 21	833	8. 39	926	12. 56	1089	19.22	1386	31. 15	2012	65 5	3947
13. 0	2. 36	795	5. 26	844	8. 46	938	13. 6	1103	19 38	1404	31. 39	2038	65.55	3998
10	2. 38	705	5. 30	855	8. 52	950	13. 17	1117	19. 52	1422	32. 4	1064	66.66	4049
20	2. 40	816	5. 34	866	8. 59	962	13. 28	1131	20. 5	1440	32.29	1090	67.38	4101
30	2. 43	826	5. 38	877	9. 6	974	13. 38	1146	20.14	1458	32.53	2117	68.30	4152
40	2. 45	836	5. 43	887	9. 14	986	13. 48	1160	20.39	1476	33.18	2143	69.23	4103
50	2. 47	846	5. 47	898	9. 21	998	13. 58	1174	20.54	1494	33.43	2169	70.15	4252
14. 0	2. 49	856	5. 51	909	9. 28	1010	14. 8	1188	21.10	1512	34. 10	2195	71. 8	4306
10	2. 51	867	5. 55	920	9. 34	1022	14. 18	1202	21.23	1530	34. 34	2221	71.37	4357
20	2. 53	877	6. 0	931	9. 41	1034	14. 29	1216	21.40	1548	34. 59	2247	72.49	4408
30	2. 55	887	6. 4	942	9. 47	1046	14. 30	1230	21 55	1566	35.24	2273	73. 42	4459
40	2. 57	897	6. 8	952	9. 54	1058	14. 49	1244	22.11	1584	35. 49	2300	74.34	4511
50	2. 59	907	6. 13	963	10. 1	1070	14. 59	1259	22.26	1592	36. 13	2326	75.23	4562
15. 0	3. 1	918	6. 17	974	10. 8	1082	15. 10	1272	22.43	1620	36.38	2352	76. 16	4613
10	3. 3	928	6. 21	985	10. 15	1094	15. 21	1281	22 57	1638	37. 3	2378	77. 9	4664
20	3. 6	938	6. 26	996	10. 22	1106	15. 31	1301	23.14	1656	37.28	2404	78. 2	4716
30	3. 8	948	6. 30	1007	10. 30	1118	15 41	1315	23.28	1674	37. 52	2430	78. 55	4767
40	3. 10	958	6. 34	1017	10. 37	1131	15. 51	1329	23.44	1692	38. 18	2456	79.47	4818
50	3. 12	969	6. 39	1028	10. 44	1143	16. 1	1343	24. 4	1710	38.42	2482	80.38	4870
16. 0	3. 14	979	6. 43	1039	10. 50	1155	16. 12	1358	24.16	1728	39. 8	2509	81.29	4921
10	3. 16	989	6. 47	1030	10. 56	1167	16. 23	1372	24.31	1746	39. 35	2535	82.28	4972
20	3. 18	99	6. [illegible]	1061	11. 3	1179	16. 33	1386	24.47	1764	39. 58	2561	83.16	3018
30	3. 20	1009	6. 55	1072	11. 10	1191	16. 44	1400	25. 2	1782	40.25	2587	84. 9	5075
40	3. 22	1019	6. 39	1082	11. 17	1203	16. 55	1414	25.18	1800	40.50	2613	84 58	5126
50	3. 24	1039	7. 4	1093	11. 24	1215	17. 5	1428	25.34	1818	41. 15	2639	85.55	5177
17. 0	3. 26	1040	7. 9	1104	11. 31	1227	17. 15	1442	25.49	1836	41. 40	2665	86.44	5228
10	3. 28	1050	7. 13	1115	11. 39	1239	17. 25	1457	26. 5	1854	42. 5	2691	87.38	5280
20	3. 30	1060	7. 17	1126	11. 46	1251	17. 39	1471	26.21	1872	42.30	2718	88.31	5331
30	3. 32	1070	7. 21	1136	11. 53	1263	17. 47	1485	26.36	1890	42.56	2744	89.25	5382
40	3. 34	1081	7. 26	1147	12. 0	1275	17. 57	1499	26.52	1908	43. 21	2770	90 18	5433
50	[illegible] 30	1001	7. 30	1158	12. 9	1287	18. 8	1413	27. 8	1916	43.46	2796	91. 7	5485
18. 0	3. 38	1101	7. 34	1169	12.14	1290	18. 19	1527	27.24	1944	44. 11	2822	92. 1	5536
10	3. 40	1111	7. 40	1180	12.21	1318	18. 29	1541	27.33	1962	44 37	2848	92.55	5587
20	3. 42	1122	7. 44	1191	12.28	1323	18. 39	1556	27.55	1980	44. 2	2874	93.44	5638
30	3. 44	1132	7. 48	1201	12. 33	1330	18. 49	1570	28.11	1998	45.27	2901	94.40	5690
40	3. 46	1142	7. 52	1212	12.42	1345	19. 0	1584	28.27	2016	45.55	2927	95.32	5741
50	3. 49	1152	7. 57	1223	12.49	1359	19. 10	1598	28.41	2034	46.18	2953	95.56	5792
19. 0	3. 51	1162	8. 1	1234	12. 56	1370	19. 21	1612	28.58	2052	46.45	2975	97.29	5843
10	3. 53	1173	8. 5	1245	13. 3	1380	19. 31	1626	29.14	2070	47.11	3003	98.14	5895
20	3. 55	1183	8. 10	1256	13. 11	1391	19. 42	1640	29.30	2088	47. 36	3031	99. 4	5946
30	3. 57	1193	8. 44	1266	13. 18	1407	19. 53	1655	29.46	2106	48. 2	3057	99.58	5997
40	3. 59	1203	8. 19	1277	13. 20	1419	20. 4	1669	30. 2	2124	48.27	3083	100.52	6048
50	4. 1	1213	8. 23	1288	13. 32	1430	20.14	1683	30 18	2142	48. 53	3110	101.46	6100
20. 0	4. 4	1124	8. 28	1299	13. 39	1442	20.25	1697	30. 34	2160	49.18	3136	102.40	6151
10	4. 7	1234	8. 32	1310	13. 46	1455	20. 35	1711	30. 50	2178	49.44	3162	103.30	6202
20	4. 9	1244	8. 36	1321	13. 53	1467	20. 46	1725	31. 6	2196	30. 9	3188	104.25	6254
30	4. 11	1254	8. 41	1331	14. 2	1479	20. 57	1739	31.21	2214	50.35	3216	105.19	6305
40	4. 13	1264	8. 45	1342	14. 8	1491	21. 7	1744	31.37	2232	51. 1	3230	106.14	6356
50	4. 15	1274	8. 49	1353	14. 19	1502	21. 18	1758	31.53	2250	51. 26	3266	107. 8	6407
21. 0	4. 17	1285	8. 54	1364	14.22	1510	21. 28	1782	32. 9	2268	51. 52	3292	108. 3	6458
10	4. 19	1295	8. 59	1375	14.29	1527	21. 39	1796	32.23	2286	52.20	3319	108.53	6510
20	4. 21	1305	9. 3	1385	14. 36	1539	21. 50	1811	32.42	2304	52.43	3345	109.48	6561
30	4. 23	1315	9. 7	1396	14.44	1551	22. 1	1815	31.57	2322	53.13	3371	116.43	6612
40	4. 25	1325	9. 12	1407	14. 51	1563	22.12	1839	33.14	2340	53. 37	3397	111.38	6664
50	4. 27	1336	9. 16	1418	14. 58	1573	22.22	1854	33.30	2358	54. 3	3423	112.32	6715
22. 0	4. 29	1346	9. 20	1429	15. 3	1588	22. 33	1867	33.46	2376	54.29	3449	113.25	6746
10	4. 31	1356	9. 25	1440	15. 12	1600	22. 44	1872	34. 2	2394	54. 55	3475	114.20	6797
20	4. 33	1366	9. 30	1450	13. 19	1612	22.55	1885	34.18	2412	55.21	3502	115.13	6849
30	4. 35	1376	9. 34	1461	15. 26	1614	23. 6	1899	34. 35	2430	55.47	3528	116 9	6900
40	4. 37	1387	9. 38	1472	15. 33	1636	23. 17	1903	34. 52	2448	56.13	355[illegible]	117. 4	6951
50	4. [illegible]	1397	9. 43	1583	15.41	1648	23. 28	1917	35. 7	2466	56.39	358[illegible]	117 59	6102
23. 0	4. 42	1407	9. 48	1494	15. 48	1660	23. 39	1952	35.23	2484	57. 5	3606	118.50	7073
10	4. 44	1417	9. 52	1505	15. 55	1672	23. 49	1966	35.40	2502	57. 31	3632	119 45	7126
20	4 46	1427	9. 57	1515	16. 3	1684	24. 0	1980	35.56	2520	57. 57	3658	110.41	7177
30	4. 48	1438	10 2	1526	16. 10	1696	24. 11	1993	36.12	2538	58.23	3684	121.37	7228
40	4. [illegible]	1448	10. 7	1537	16. 17	1708	24.22	2008	36.28	2556	58.52	3711	122.32	7280
50	4. 32	1458	10. 11	1548	16. 24	1720	24. 33	2022	36.45	2574	59.18	3736	123.24	7331

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ cum differentiis longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. G.Min.	Gr. 11. 15 Iter. Milliar	Rum.2 Long. G.Min.	G. 22. 30 Iter Mill.	Rum.3. Long. G.Min.	Gr. 33. 45. Iter G.Mil.	Rum.4. Long. G.Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum.5. Long. G.Min.	Gr. 56. 15. Iter Mill.	Rum.6 Long. G.Min.	G. 67. 30. Iter. Milliar.	Rum. 7. Longit. Gr.Min.	Gr. 78. 45. Iter. Mill.
24. 0	4. 55	1468	10.15	1559	16. 31	1732	24 44	2036	37. 1	2592	59.44	3763	124 24	7381
10	4. 57	1478	10.19	1570	16.39	1744	24.55	2041	37.17	2610	60.11	3789	125 25	7432
20	4. 59	1489	10.24	1580	16.45	1756	23. 6	2055	37.34	2628	60 37	3815	126.11	7484
30	5. 2	1499	10.29	1591	16.53	1768	25.17	2069	37.50	2646	61. 3	3841	127. 7	7535
40	3. 4	1509	10 33	1602	17. 1	1780	25.28	2083	38. 7	2664	61.30	3867	128. 0	7586
50	5. 6	1519	10.37	1613	17. 8	1792	25.32	2097	38.22	2682	61. 56	3894	128.17	7537
25. 0	5. 8	1530	10.41	1624	17.16	1804	25.50	2121	38.40	2700	62.22	3920	129.52	7689
10	5. 10	1540	10.56	1634	17. 23	1816	26. 1	2135	38.56	2718	62.49	3946	130.48	7740
20	5. 12	1550	10.51	1645	17. 30	1828	26.12	2150	39.13	2736	63.15	3972	131.44	7791
30	5. 14	1560	10.56	1656	17. 38	1840	26.23	2164	39.29	2754	63.42	3998	132.56	7842
40	5. 16	1570	11. 1	1667	17 45	1852	26.34	2178	39.46	2772	64. 9	4024	133.33	7894
50	5. 18	1580	11. 5	1678	27 52	1864	26.45	2192	40. 2	2790	64.34	4050	134.29	7943
26. 0	5. 21	1591	11. 9	1688	18.0	1876	26.56	2206	40.19	2808	65. 2	4076	135.26	7996
10	5. 23	1601	11.14	1699	18. 7	1888	27. 7	2220	40.36	2826	65.31	4103	136.23	8048
20	5. 26	1611	11.19	1710	18.15	1900	27. 8	2234	40.53	2844	65.56	4119	137.20	8098
30	5. 28	1621	11.23	1721	18.22	1912	27.29	2249	41. 9	2862	66.25	4155	138.17	8150
40	5. 30	1631	11.28	1732	18.30	1924	27.40	2263	41.26	2880	66.30	4181	139. 9	8201
50	5. 32	1642	11 32	1743	18.37	1936	27.51	2277	41.42	2898	67.19	4 07	140. 7	8253
27. 0	5. 34	1652	11.37	1753	18.45	1948	28. 3	2291	42. 0	2916	67.45	4253	141. 4	8304
10	5. 36	1662	11.42	1764	18.52	1960	28.14	2305	42.17	2934	68.12	4259	141. 1	8355
20	5. 39	1672	11.47	1775	19. 0	1972	28.25	2319	42.33	2952	68.39	4285	142.56	8406
30	5. 41	1682	11.51	1786	19. 7	1984	28.37	2333	42.50	2970	69. 6	4312	143.51	8458
40	5. 43	1693	11.56	1797	19.15	1996	28.49	2348	43. 7	2988	69.33	4338	144.49	8500
50	5. 45	1703	12. 1	1808	19.22	2008	28.59	2362	43.24	2906	70. 0	4344	145 46	8560
28. 0	5. 48	1713	12. 6	1818	19. 30	2021	29.11	2376	43.41	3024	70.27	4390	146.44	8611
10	5. 50	1723	12.10	1829	19.37	2033	29.22	2390	43.58	3042	70.55	4416	147.33	8663
20	5. 52	1733	12.15	1840	19.45	2045	29.34	2404	44.15	3060	71.22	4442	148.35	8714
30	5. 55	1744	12.20	1851	19.56	2057	29.46	2418	44.32	3078	71.49	4468	149.33	8765
40	5. 57	1754	12.25	1862	20. 0	2069	29.57	2432	44.49	3096	72.19	4495	150.31	8816
50	6. 0	1764	12.30	1872	20. 8	2081	30.18	2447	45. 6	3114	72.44	4521	151.29	8868
29. 0	6. 2	1774	12.34	1883	20.16	1093	30.19	2461	45.25	3832	73.14	4547	152 28	8919
10	6. 4	1784	12.39	1894	20.23	2105	30.31	2475	45.40	3150	73.41	4573	153.24	8970
20	6. 7	1795	12.45	1905	20.50	2117	30.43	2489	45.57	3168	74. 9	4599	154.23	9022
30	6. 9	1805	12.48	1916	20.38	2129	30.54	2503	46.15	3186	74.37	4625	155.19	9073
40	6. 11	1815	12.52	1927	20.46	2141	31. 5	2517	46.22	3204	75. 4	4651	156.17	9124
50	6. 13	1825	12.57	1937	20.54	2153	31.17	2531	46.49	3222	75.32	4677	157.16	9175
30. 0	6. 16	1835	13. 2	1948	21. 1	2165	31.28	2546	47. 6	3240	76. 0	4704	158.15	9226
10	6. 18	1845	13. 7	1959	21. 9	2177	31.40	2560	47.24	3258	76.27	4730	159.14	9278
20	6. 20	1856	13.11	1970	21.17	2189	31.52	2574	47.41	3276	76 55	4756	160. 8	9329
30	6. 23	1866	13.16	1981	21.24	2201	32. 3	2588	47.58	4294	77.23	4787	161. 8	9380
40	6. 25	1876	13.21	1992	21.32	2213	32.15	2602	48 16	3912	77.51	4808	162. 7	9431
50	6 27	1886	11.26	2002	21.40	2225	32.29	2616	48.33	3330	78.19	4834	163. 6	9483
31. 0	6. 29	1896	13.30	2013	21.47	2237	32.38	2630	48.50	3348	78.47	4860	164.03	9534
10	6. 31	1907	13.35	2024	21.55	2249	32.49	2645	49. 8	3366	79.17	4886	165.03	9585
20	6. 34	1917	13.40	2035	22. 3	2261	33. 0	2659	49.25	3384	79.43	4913	166. 2	9636
30	6. 36	1927	13.45	2046	22.11	2273	33.12	2673	49.43	3402	80.13	4939	167. 0	9628
40	6. 39	1937	13.50	2056	22.19	2285	33.25	2687	50. 1	3420	80.41	4965	168. 0	9739
50	6. 41	1947	13 56	2067	22.27	2197	33.37	2701	50.18	3438	81.10	4991	169. 0	9790
32. 0	6. 43	1958	14. 1	2078	22.34	2309	33.48	2715	50.36	3456	81.38	5017	170. 0	9842
10	6. 46	1968	14. 6	2089	22.41	2321	34. 0	2730	50.53	3474	82. 6	5042	170.55	9893
20	6. 48	1978	14.10	2100	22.50	2333	34.12	2744	51.11	3492	82.35	5065	171.55	9944
30	6. 50	1988	14.15	2111	22.58	2345	34.24	2758	51.29	3510	83.31	5095	172 56	9995
40	6. 52	1998	14.20	2121	23. 6	2357	34.36	2772	51.47	3528	83.32	5122	173.56	10047
50	6. 55	2009	14.25	2132	23 14	2369	34.48	2786	52. 4	3546	84. 2	5148	174.53	10098
33. 0	6. 57	2019	14.30	2143	23.21	2381	35. 0	2800	52.22	3564	84.29	5174	175.54	10149
10	7. 0	2029	14.35	2154	23.30	2391	35.12	2814	52.40	3582	84.58	5200	176.55	10200
20	7. 3	2039	14.40	2165	23.38	2405	35.21	2828	52.58	3600	85.26	5126	177.56	10252
30	7. 5	2049	14.45	2176	23.46	2417	35.35	2843	53.16	3618	85.55	5252	178.57	10303
40	7. 8	2060	14.49	2186	23.54	2429	35.47	2857	53 34	3636	86.26	5278	179.58	10354
50	7. 10	2070	14.54	2197	24. 2	2441	33.59	2871	53 50	3654	86.52	5305	180.57	10405
34. 0	7. 13	2080	14 59	2208	24.10	2454	36.11	2885	54.10	3672	87.24	5331	181.56	10457
10	7. 15	2090	15. 4	2219	24.18	2466	36.23	2890	54 28	3690	87.52	5357	182 57	10508
20	7. 18	2000	15. 9	2230	24.26	2478	36.35	2903	54.46	3708	88. 2	5583	183.59	10559
30	7. 20	2111	15.14	2240	24.34	2490	36.47	2917	55. 4	3726	88.50	5409	184.59	10610
40	7. 22	2121	15.20	2251	24.42	2502	36.56	2952	55.12	3744	89.20	5435	185.58	10662
50	7. 24	2131	15.25	2262	24.50	2514	37.12	2946	55 41	3762	89.49	5461	187. 0	10713
35. 0	7. 26	2141	15.29	2273	24.59	2526	37.24	2970	55.59	3780	90.19	5488	188. 2	10764
10	7. 29	2151	15.34	2284	25. 7	2538	37.36	2984	56.17	3798	90.48	5514	189. 5	10813
20	7. 31	2162	15.39	2295	25.15	2550	37.48	2998	56.35	3816	91.18	5540	190. 4	10867
30	7. 34	2172	15.44	2305	25.23	2562	38. 0	3012	56.54	3834	91.48	5566	191. 6	10918
40	7. 36	2182	15.50	2316	25.31	2574	38.13	3026	57.12	3852	91.17	5592	192. 3	10969
50	7. 38	2192	15.55	2327	25.40	2586	38.25	504	57.30	3870	92.46	5618	193.11	11020

TAB. *Loxodromica in terrestria milliaria digesta, cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum. 1. Long. G. Min.	Gr. 11. 15. Iter Milliar	Rum. 2. Long. G. Min.	Gr. 22 30. Iter Mill.	Rum. 3. Longit. G. Min.	Gr. 33 45 Iter Milliar	Rum. 4. Longit. G. Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum. 5. Long. G. Min.	Gr. 56. 15. Iter Mill.	Rum. 6. Longit. Gr. Min.	G. 67. M 30. Iter. Milliar.	Rum. 7. Longit. Gr. Min.	Gr. 78. 45 Iter Milliar.
36. 0	7. 41	2202	16. 0	2338	25 49	2598	38.38	3055	57 49	3888	93. 16	5644	194.14	11072
10	7. 43	2212	16. 5	2349	25.57	2610	38.50	3069	58. 8	3906	93. 48	5670	195.17	11123
20	7. 46	2223	16.11	2360	26. 5	2622	39. 3	3083	58.26	3924	94. 16	5697	196.18	11174
30	7. 48	2233	16.16	2370	26.13	2634	39.15	3097	58.45	3942	94. 48	5723	197.20	11226
40	7. 50	2243	16.22	2381	26.22	2646	39.27	3111	59. 3	3960	95. 18	5741	198.22	11277
50	7. 53	2253	16.26	2392	26.30	2658	39.40	3125	59.22	3978	95. 48	5775	199.26	11328
37. 0	7. 56	2263	16.32	2403	26.38	2670	33. 43	3140	59.41	3996	96. 18	5801	200.19	11379
10	7. 59	2274	16.37	2414	26.47	2681	40. 5	3154	60. 0	4014	96. 48	5827	201.31	11425
20	8. 2	2264	16.42	2425	26. 55	2693	40.18	3168	60.28	4032	97. 18	5853	202.33	11472
30	8. 4	2294	16.47	2435	27. 3	2705	40.31	3182	60.37	4050	97. 48	5879	203.37	11523
40	8. 6	2304	16.52	2446	27.12	2717	40.43	3196	60.56	4068	98. 19	5906	204.41	11574
50	8. 9	2314	16.57	2457	27.20	2729	40.56	3210	61.15	4086	98. 49	5932	205.46	11626
38. 0	8. 11	2325	17. 2	2468	27.18	2741	41. 8	3224	61. 34	4104	99. 19	5958	206.50	11687
10	8. 13	2335	17. 8	2479	27.37	2754	41.21	3239	61.52	4122	99. 49	5984	207.54	11788
20	8. 16	2345	27.13	2490	27.45	2766	41.33	3259	62.12	4140	100.10	6010	208.55	11789
30	8. 19	2355	17.18	2500	27.54	2778	41.46	3262	62.31	4158	100.51	6036	210. 6	11841
40	8. 21	2366	17.23	2511	28. 3	2790	42. 0	3281	62.50	4176	101.24	6062	212. 5	11892
50	8. 24	2376	17.28	2522	28.11	2802	42.13	3296	63. 9	4194	101.52	6089	212.10	11943
39. 0	8. 26	2386	17.32	2533	28.20	2814	42.26	3309	63.29	4212	102.26	6115	213.15	11994
10	8. 28	2396	17.39	2544	28.29	2826	42.39	3323	63.48	4230	102.56	6141	214.20	12046
20	8. 31	2406	17.44	2554	28.37	2838	42.52	3338	64 7	4248	103 28	6167	215.24	12097
30	8. 34	2417	17.49	2565	28.40	2850	43. 4	3352	64.27	4266	103.58	6193	216.29	12148
40	8. 37	2427	17.55	2576	28.55	2862	43.17	3366	64.46	4284	104.30	6219	217.35	12199
50	8. 39	2437	18. 0	2587	29. 4	2874	43.30	3380	65. 6	4302	105. 2	6245	218.41	12251
40. 0	8. 42	2447	18. 6	2598	29.12	2886	43.43	3394	65.25	4320	105.32	6271	219.41	12302
10	8. 44	2457	18.12	2609	29.21	2898	43.56	3408	65.45	4338	106. 4	6298	[illegible]	12352
20	8. 47	2467	18.20	2619	29.30	2911	44. 9	3422	66. 4	4356	106.35	6324	221.56	12404
30	8. 49	2478	18.22	2630	29.38	2923	44.21	3437	66.24	4374	107. 6	6350	223. 3	12456
40	8. 52	2488	18.28	2641	29.47	2935	44 34	3451	66.44	4392	107.39	6376	224 10	12507
50	8. 55	2498	18.34	2652	29.56	2947	44.48	3465	67. 4	4410	108.10	6401	225.18	12558
41. 0	8. 57	2508	18.40	2663	30. 5	2959	45. 2	3479	67. 23	4428	108.42	6428	226.23	12609
10	9. 0	2519	18.45	2674	30.14	2971	45.16	3493	67.43	4436	109.16	6454	227.27	12661
20	9. 3	2529	18.50	2684	30.23	2983	45 29	3507	68. 3	4454	109.46	6480	228.35	12712
30	9. 6	2539	18.56	2695	30.3[illegible]	2995	45.42	3521	68.23	4472	110.20	6507	229.43	12763
40	9. 8	2549	19. 1	2706	30.40	3006	45.55	3535	68.43	4490	110.52	6533	230.46	12815
50	9. 11	2560	19. 6	2717	30.50	3019	46. 8	3550	69. 34	4518	111.25	6559	231.58	12866
42. 0	9. 11	2569	19.12	2728	31. 0	3032	46.22	3564	69.23	4536	111.56	6585	233. 3	12917
10	9. 16	2580	19.10	2739	31. 8	3043	46.36	3578	69.43	4554	112.29	6611	234.12	12968
20	9. 18	2590	19.13	2749	31.17	3055	46.49	3592	70. 4	4572	113. 1	6637	235.21	13020
30	9. 21	2600	19. 29	2760	31.26	3067	47. 2	3606	70.24	4590	113.34	6663	236.30	13081
40	9. 24	2610	19.35	2771	31.33	3079	47.16	3620	70.44	4608	114. 6	6690	237.34	13122
50	9. 27	2620	19.40	2782	31.44	3091	47.30	3634	71. 4	4626	114.39	6716	238 43	13163
43. 0	9. 30	2631	19.46	2793	31.53	3103	47.43	3649	71.25	4644	115.12	6742	239.53	13215
10	9. 32	2641	19.51	2803	32. 2	3115	47.56	3663	71.45	4662	115.45	6768	241. 2	13266
20	9. 35	2651	19.57	2814	32.12	3127	48.10	3677	72. 6	4680	116.19	6794	242.12	13317
30	9. 37	2661	20. 3	2825	32.20	3139	48.25	3601	72.27	4698	116.51	6820	243.20	13368
40	9. 40	2671	20. 6	2836	32.29	3151	48.39	3715	72.47	4716	117.27	6846	244.34	13420
50	9. 43	2681	20.13	2847	32.38	3163	48.53	3729	73. 8	4734	117.58	6872	245.39	13471
44. 0	9. 46	2692	20.19	2858	32.47	3175	49. 6	3733	73.29	4752	118.34	6899	246.50	13532
10	9. 48	2702	20.26	2868	32.57	3187	49.20	3748	73. 50	4770	119. 6	6925	248. 1	13583
20	9. 51	2712	20.32	2879	33. 7	3169	49.34	3762	74.11	4788	119.40	6951	249.12	13635
30	9. 54	2722	20.38	2890	33.16	3211	49.48	3776	74 31	4806	120.13	6977	250.23	13686
40	9. 57	2733	20.44	2901	33.25	3223	50. 2	3790	74.52	4824	120.48	7003	251.29	13737
50	10. 0	2745	20.50	2912	33. 34	3235	50.16	3804	75.12	4842	121.21	702[illegible]	252.41	13788
45. 0	10. 3	2753	21.56	2923	33.48	3147	50 30	3818	75.35	4860	121.56	7055	253.34	13840
20	10. 6	2763	21. 1	2933	33.53	3259	50.43	3832	75.56	4878	122.30	7081	255. 4	13891
20	10. 8	2773	21. 7	2944	34. 2	3271	50. 57	3847	76. 17	4896	123. 4	7108	256.11	13942
30	10.11	2784	21.16	2955	34.12	3283	51.12	3861	76.38	4914	123.38	7134	257.24	13993
40	10.14	2794	21.19	2966	34.23	3295	51.26	3875	77. 0	4932	124.13	7160	258.38	14045
50	10.17	2804	21.25	2977	34.33	3307	51.40	3889	77.21	4950	124.47	7186	259.50	14096
46. 0	10.19	2814	21.31	2987	34.42	3319	51.54	3903	77.43	4968	125.22	7212	261. 4	14147
10	10.22	2824	21.33	2998	34 52	3331	52.10	3917	78. 4	4986	125.56	7238	262.12	14198
20	10.25	2835	21.42	3009	35. 1	3343	52.25	3931	78.26	5004	126.31	7164	263.18	14250
30	10.28	2845	21.48	3020	35.11	3356	52.39	3946	78.47	5022	127. 8	7291	264.39	14302
40	10. 31	2855	21. 54	3031	35.21	3368	52.54	3960	79. 9	5040	127 41	7317	265.53	14352
50	10. 34	2865	22. 0	3041	35.30	3380	53.18	3974	79. 30	5058	128 18	7343	267. 8	14403
47. 0	10.37	2875	22.13	3052	35.40	3392	53. 23	3988	79. 53	5076	128.55	7369	268.23	14455
20	10 40	2866	22.12	3063	35. 50	3404	53. 37	4002	80.15	5094	129.28	7395	269.23	14506
20	10. 43	2896	22.18	3074	36. 0	3416	53. 52	4016	80. 37	5112	130 4	7321	270.47	14557
30	10. 45	2906	22.24	3083	36.10	3428	54. 6	4030	80.59	5130	130.40	7347	272. 2	14609
40	10. 48	2916	22.30	3096	36.20	3440	54.21	4045	81. 22	5148	131.13	7373	273.18	14660
50	10. 51	2926	22.36	3206	36.30	3452	54. 36	4059	81.43	5166	131.52	7400	274.34	14711

TABULA

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ cum differentia longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. G.Min.	Gr.11. 15.Iter Milliar	Rum.2. Long. G.Min.	G.22. 30.Iter Mill.	Rum.3. Long. G.Min.	Gr.33. 45.Iter G.Mil.	Rum.4. Long. G.Min.	Gr.45. Iter. Mill.	Rum.5. Long. G.Min.	Gr.56. 15.Iter Mill.	Rumb.6. Longit. Gr.Min.	G.67.M. 30.Iter. Milliar.	Rumb.7. Longit. Gr.Min.	Gr.78. 45.Iter. Mill.
48. 0	10.54	2936	22.41	3117	36.40	3464	54.52	4073	82. 6	5184	132.28	7416	275.50	14762
10	10.37	2947	22.49	3128	36.50	3476	55. 5	4077	82.28	5202	133. 3	7451	277. 0	14814
20	11. 0	2957	22.56	3139	37. 0	3488	55.22	4101	82.51	5220	133.38	74 8	278.17	4863
30	11. 4	2967	23. 3	3150	37.10	3300	55.37	6113	83.14	5238	134.16	7504	279.34	14916
40	11. 7	2977	23.10	3161	37.20	3312	55.38	4129	83.36	5256	134. 4	7530	280.51	14957
30	11.10	2987	23.16	3171	37.30	3524	56. 7	4144	83.58	5274	135.28	7556	282. 8	15019
49. 0	11.13	2998	23.22	3182	37.40	3536	56.22	4158	84 22	5292	136. 7	7683	283.25	15070
10	11.16	3008	25.27	3193	37.50	3548	56.38	4172	84.44	5310	136.42	7709	284.38	15121
20	11.19	3018	23.33	3204	38. 0	3560	36.52	4186	85. 7	5328	137.20	7735	285.56	15172
30	11.22	3028	23 40	3215	38.10	3572	37. 8	4200	85.30	5345	137.57	7761	287.24	15224
40	11.25	3038	23.46	3225	38.20	3584	37.23	4214	85.54	5364	138.34	7787	288 33	15275
30	11.28	3049	23.52	3236	38.30	3596	57.39	4228	86.26	5382	139.12	7813	289 46	15326
30. 0	11.31	3059	23.59	3247	38.42	3608	57.54	4243	86.44	5400	139.49	7839	291. 5	15337
10	11.34	3069	24.25	3258	38.52	3620	58.10	4255	87. 5	5418	140 26	7865	291.24	15429
20	11.37	3079	24.12	3269	39. 3	3632	58.26	4271	87.27	5436	141. 4	7892	295.44	15480
30	11.40	3089	24.19	3280	39.13	3644	58.42	4285	87.50	5454	141.41	7918	295. 4	15531
40	11.44	3100	24.26	3290	39.24	3636	38.58	4299	88.14	5472	142.20	7944	296.24	15582
50	11.47	3110	24 32	3301	39.24	3668	59.14	4313	88.39	5480	142.58	7970	297.45	15034
51. 0	11.50	3120	24.38	3312	39.45	3680	30.30	4327	89. 1	5508	143.36	7996	299. 0	15685
10	11.53	3130	24.45	3323	39.55	3692	39.46	4342	89.25	5326	144.17	8022	300.22	15736
20	11.56	3140	24.52	3334	40. 6	3704	60. 1	4356	89.49	5544	144.52	8043	301.43	13787
30	12. 0	3130	24.58	3345	40.16	3716	60.17	4370	90.13	5562	145.34	8074	303. 4	1.839
40	12. 3	3161	25. 3	3355	40.27	3728	60.33	4384	90 37	5580	146.12	8101	304.20	15890
50	12. 6	3671	25.12	3366	40.38	3741	60.49	4398	91. 0	5598	145.51	8127	305 42	15941
32. 0	12. 9	3181	25.18	3377	40.49	3753	61. 3	4412	91.25	5616	147.30	8133	307. 5	15992
10	12.12	3191	25.23	3388	41. 0	3765	61.21	4426	91.50	5634	148. 9	8179	308.28	16044
20	12.13	3202	25.32	3399	41.10	3777	61.37	4441	92.14	5632	148.48	8205	309.52	16095
30	12.19	3212	23.39	3410	41.22	3789	61.54	4455	92.39	5670	149.28	8231	311.12	16146
40	12.22	3222	25.45	3420	41.32	3801	62.10	4469	93. 3	5688	150. 7	8237	312.36	16198
50	12.26	3232	25.32	5431	41.43	3813	62.26	4483	93.28	5706	150 47	8284	323 57	16249
33. 0	12.29	3242	25.56	3442	41.55	3823	62.43	4497	93.53	5714	151.27	8310	313.22	16300
10	12.32	3253	26. 9	3453	42. 6	3837	63. 0	4511	95.18	5742	152. 7	8336	316 46	.6331
20	12.36	3163	26.13	3464	42.17	3849	63.17	4523	94 41	5760	152.47	8362	318.12	.6403
30	12.39	3273	26.20	3474	42.28	3861	63.34	4540	95. 3	3778	153.27	8388	319.55	16454
40	12.42	3183	26.27	3485	42.40	3873	63.51	4554	95.33	5796	154.11	8414	320.56	16505
50	12.45	3195	26.34	3436	42.58	3885	64. 8	4568	95.58	5814	154 48	8440	322.23	16556
54. 0	12.49	3303	26.42	3307	43. 3	3897	64.24	4582	96.24	3832	155.32	8467	323.49	16608
10	12.52	3314	26.48	3518	43.14	3909	64.41	4596	96.50	5850	156.13	8493	325.26	16659
20	12.56	3324	26.58	3529	43.25	3921	64.58	4610	97.13	3868	156 54	8519	326.4	167 0
30	12.59	3334	27. 2	3539	43.37	3933	63.15	4624	97.40	5866	157.36	8545	328. 4	16 61
40	13. 2	3344	27 9	3550	43 48	3945	65.32	4639	98. 7	5904	158.17	8571	329.33	16815
50	13. 3	3555	27.16	3561	44. 0	3957	65.50	4653	98.32	5922	158.58	8597	331. 1	16864
53. 0	13. 9	3363	27.28	3572	44 12	3969	66. 8	4667	98.59	5940	159.40	8623	334.30	16915
10	13.12	3375	27.31	3583	44.23	3981	66.26	4661	99.24	5958	160.22	8649	334. 0	16966
20	13.16	3385	27.38	3594	44.35	3993	66.42	4695	99.51	5976	161. 5	8675	335.21	17018
30	13.20	3395	27.45	3604	44.46	4005	67. 2	4709	100.17	5994	161.47	8702	336.51	17069
40	13.23	3405	27.53	3615	44.38	4017	67.29	4723	100.46	6012	162.29	8728	358.21	17120
50	13.26	3416	28. 0	3626	45.10	4029	67.36	4738	111.10	6030	163.12	8754	339.52	17171
56. 0	13.30	3426	28. 7	3637	45.22	4041	67.54	4752	101.37	6048	163.55	8780	341.23	17223
10	13.33	3436	28.13	3648	45.33	4053	68.21	4766	102. 4	6066	164.40	8806	342 47	17274
20	13.37	3446	28.22	3658	45.45	4065	68.29	4780	102.31	6084	165.21	8832	344.19	17325
30	13.41	3436	28.30	3669	45.58	4077	68.47	4794	102.58	6102	166. 8	8858	345.52	17376
40	13.44	3467	28.37	3680	46.10	4089	69. 5	4808	103.25	6120	166.52	8885	347.24	17428
50	13.48	3477	28.45	3691	46.22	4102	69.24	4822	103.52	6138	167.36	8911	348.57	17479
37. 0	13.52	3487	28.52	3702	46.33	4113	69.42	4837	104.20	6156	168.20	8937	350.27	17530
10	13.56	3497	29. 0	3713	46.47	4123	70. 0	4831	104.46	6174	169. 4	8963	352. 0	17581
20	14. 0	3507	29. 8	3723	46.59	4137	70.20	4865	105.15	6192	169 48	8989	353.31	17633
30	14. 3	3318	29.13	3734	47.11	4150	70.38	4879	105.43	6210	170.33	9015	355. 6	17684
40	14. 7	3528	29.23	3745	47.24	4162	70.58	4893	106.11	6228	171.18	9041	356.41	17735
30	14.11	3538	29.31	3756	47.37	4174	71.14	4907	106.39	6246	172. 2	9067	358 16	17787
38. 0	14.13	3548	29.39	3767	47.50	4186	71.34	4921	107. 7	6264	172 47	9094	359.45	17838
10	14.18	3538	29.46	3778	48. 2	4198	71.33	4936	107.35	6282	173.32	9120	361.21	17889
20	14.22	3569	29.54	3788	48.15	4210	72.12	4950	108. 4	6300	174 18	9146	362.59	17940
30	14.26	3579	30. 2	3799	48 27	4222	72.31	4963	108.32	6318	175. 4	9172	364.36	17992
40	14.30	3589	30.10	3810	48.40	4234	72.50	4978	109. 1	6336	173.54	9198	366.14	18043
50	14.34	3599	30.19	3821	48.53	4246	73. 9	4992	109.30	6354	176 37	9224	367.52	18094
39. 0	14.37	3609	30.27	3832	49. 6	4238	73.28	3006	109.59	6371	177.27	9250	369.29	18145
10	14.41	3620	30.33	3843	49.19	4170	74.48	3020	110.28	6390	178.13	9277	371.23	18197
20	14.44	3630	30.43	3853	49.32	4282	74. 8	5033	110.37	6408	179. 0	9303	372.43	18248
30	14.48	3640	30.51	3864	49.35	4294	74.26	3049	111.27	6426	179.47	9329	374.23	18299
40	14.32	3650	30.59	3875	49.59	4306	74.46	3062	111.56	6444	180.35	9353	375.58	18350
30	14.56	3660	31. 8	3886	50. 1	4318	73. 7	5077	112.26	6462	181.22	9381	377.37	18402

TAB. *Loxodromica in terrestria milliaria digesta; cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum 1. Long. Gr. M.	Gr. 11.15. Iter. Millia.	Rum 2. Long. Gr. M.	Gr. 22.30. Iter. Milliar.	Rum 3. Longit. Gr. M.	Gr. 33.45. Iter. Millia.	Rum 4. Longit. Gr. M.	G. 45. Iter. Mill.	Rum 5. Longit. Gr. M.	Gr. 56.15. Iter. Mill.	Rum 6. Longit. Gr. Min.	G. 67.30. Iter. Millia.	Rum 7. Longit. Gr. Min.	Gr. 78.45. Iter. Milliar.
60. 0	15. 0	3671	31.16	3897	50.25	4330	75.26	5091	112.56	6480	182.11	9407	379.19	18453
10	15. 4	3696	31.24	3907	50.38	4342	75.47	5105	113.25	6498	182.59	9433	381. 1	18504
20	15. 8	3701	31.32	3918	50.52	4354	76. 8	5119	113.56	6506	183.48	9459	382.44	18555
30	15.12	3711	31. 41	3929	51. 6	4366	76.28	5134	114.26	6524	184.36	9486	384.27	18607
40	15.16	3721	31.48	3940	51.20	4378	76.48	5148	114.57	6542	185.26	9512	386.10	18658
50	15.20	3722	31.57	3951	51.33	4390	77. 8	5162	115.27	6560	186.13	9538	387.50	18709
61. 0	15.25	3732	32. 6	3962	51.46	4402	77.29	5176	115.58	6588	187. 4	9564	389.32	18760
10	15.29	3742	32.15	3972	52. 0	4414	77.49	5190	116.29	6606	187.57	9590	391.18	18812
20	15.33	3752	32.23	3983	52.14	4426	78.10	5204	116.59	6624	188.43	9616	393. 4	18863
30	15.37	3762	32.31	3994	52.28	4438	78.32	5218	117.31	6642	189.38	9642	394.50	18914
40	15.41	3773	32.40	4005	52.42	4450	78.51	5233	118. 3	6660	190.28	9668	396.29	18965
50	15.45	3783	32.49	4016	52.56	4462	79.12	5247	118.34	6678	191.19	9695	398.17	19017
62. 0	15.49	3793	32.58	4027	53.10	4474	79.34	5260	119. 6	6695	192.10	9721	400. 5	19068
10	15.54	3803	33. 7	4037	53.24	4486	79.55	5275	119.37	6714	193. 1	9747	401.54	19119
20	15.58	3813	33.16	4048	53.38	4498	80.17	5289	120.10	6732	193.52	9773	403.43	19170
30	16. 3	3824	33.25	4059	53.53	4510	80.38	5303	120.43	6750	194.44	9799	405.18	19222
40	16. 7	3834	33.34	4070	54.27	4532	81. 0	5317	121.15	6768	195.37	9825	407.16	19273
50	16.12	3844	33.43	4080	54.21	4554	81.22	5332	121.44	6786	196.30	9851	409. 8	19324
63. 0	16.16	3854	33.52	4091	54.38	4546	81.44	5346	122.21	6804	197.23	9878	411. 0	19376
10	16.20	3864	34. 1	4102	54.52	4558	82. 6	5360	122.53	6822	198.16	9904	412.52	19427
20	16.24	3875	34.10	4113	55. 6	4570	82.28	5374	123.27	6840	199. 9	9930	414.36	19478
30	16.29	3895	34.19	4124	55.22	4582	82.51	5388	124. 0	6858	200. 3	9956	416.31	19529
40	16.34	3905	34.28	4135	55.37	4594	83.14	5402	124.34	6876	201. 0	9982	418.25	19581
50	16.38	3915	34.38	4145	55.52	4616	83.36	5416	125. 8	6894	201.52	10008	420.10	19632
64. 0	16.43	3915	34.48	4156	56. 7	4618	83.59	5431	125.42	6912	202.49	10034	422.16	19683
10	16.47	3925	34.58	4167	56.12	4630	84.22	5445	126.16	6930	203.43	10060	424. 8	19734
20	16.52	3936	35. 0	4178	56.38	4642	84.45	5459	126.51	6948	204.38	10087	426. 1	19787
30	16.56	3946	35.16	4189	56.53	4654	85. 9	5473	127.26	6966	205.34	10113	428. 0	19837
40	17. 1	3956	35.26	4200	57. 8	4666	85.31	5487	128. 0	6984	206.31	10139	430. 0	19828
50	17. 5	3966	35.36	4210	57.24	4679	85.55	5501	128.35	7002	207.27	10165	431.58	19939
65. 0	17.10	3976	35.46	4221	57.40	4690	86.19	5515	129.11	7020	208.24	10191	433.58	19991
10	17.15	3987	35.55	4232	57.56	4701	86.42	5530	129.46	7038	209.20	10217	435.50	20041
20	17.20	3997	36. 5	4243	58.12	4715	87. 6	5544	130.22	7056	210.18	10243	437.52	20093
30	17.25	4007	36.15	4254	58.28	4727	87.29	5558	130.58	7074	211.16	10269	439.54	20144
40	17.30	4017	36.25	4265	58.44	4739	87.55	5572	131.34	7092	212.15	10296	441.57	20195
50	17.34	4027	36.36	4275	59. 1	4750	88.20	5586	132.10	7110	213.12	10322	444. 2	20247
66. 0	17.39	4038	36.46	4286	59.17	4763	88.43	5600	132.47	7128	214.11	10348	445.58	20298
10	17.43	4048	36.56	4297	59.33	4775	89. 8	5614	133.24	7146	215.10	10374	448. 3	20349
20	17.48	4058	37. 6	4308	59.50	4787	89.32	5629	134. 1	7164	216.13	10400	450.10	20400
30	17.53	4068	37.16	4319	60. 6	4799	89.57	5643	134.38	7182	217.15	10426	452.18	20451
40	17.58	4078	37.26	4330	60.23	4811	90.23	5657	135.16	7200	218.17	10452	454.26	20503
50	18. 3	4089	37.38	4340	60.40	4813	90.48	5671	135.54	7218	219.18	10479	456.18	20554
67. 0	18. 8	4099	37.48	4351	60.58	4835	91.13	5685	136.32	7236	220.19	10505	458.40	20605
10	18.13	4109	37.58	4362	61.15	4847	91.38	5699	137. 9	7254	221.20	10531	460.46	20656
20	18.18	4119	38. 9	4373	61.32	4859	92. 4	5713	137.49	7272	222.21	10557	462.58	20708
30	18.24	4129	38.20	4384	61.49	4861	92.30	5728	138.28	7290	223.23	10583	465.11	20759
40	18.30	4140	38.30	4394	62. 7	4883	92.56	5742	139. 8	7308	224.26	10609	467.24	20810
50	18.35	4150	38.40	4405	62.24	4895	93.23	5756	139.47	7326	225.29	10635	469.28	20862
68. 0	18.40	4160	38.52	4416	62.41	4907	93.50	5770	140.27	7344	226.33	10661	471.44	20913
10	18.45	4170	39. 4	4427	62.59	4919	94.17	5784	141. 7	7362	227.36	10688	474. 1	20964
20	18.51	4180	39.15	4438	63.17	4931	94.44	5798	141.47	7380	228.41	10714	476.18	21015
30	18.56	4190	39.26	4448	63.35	4943	95.11	5812	142.29	7398	229.45	10740	478.37	21067
40	19. 2	4201	39.38	4459	63.54	4955	95.38	5826	143. 9	7416	230.49	10766	480.57	21118
50	19. 7	4211	39.49	4470	64.12	4967	96. 5	5841	143.46	7434	231.41	10791	483.12	21169
69. 0	19.12	4221	40. 0	4481	64.31	4989	96.33	5855	144.32	7452	233.13	10818	485.28	21220
10	19.17	4231	40.12	4492	64.50	5001	97. 2	5869	145.14	7470	234.21	10844	487.51	21272
20	19.24	4241	40.24	4503	65. 8	5013	97.30	5883	145.56	7488	235.29	10870	490.15	21323
30	19.29	4252	40.35	4514	65.27	5025	98. 0	5897	146.39	7506	236.37	10896	492.40	21374
40	19.35	4262	40.45	4524	65.46	5037	98.29	5911	147.22	7524	237.46	10923	494.59	21425
50	19.40	4272	40.58	4535	66. 5	5049	98.58	5925	148. 6	7542	238.54	10949	497.24	21477
70. 0	19.45	4282	41.10	4546	66.25	5051	99.26	5940	148.48	7560	240. 4	10975	499.51	21528
10	19.50	4292	42.16	4557	68.17	5063	99.54	5954	149.33	7578	241.13	11001	502.21	21579
20	19.55	4302	43.45	4568	70.33	5075	100.24	5968	150.17	7596	242.23	11027	504.52	21630
30	20. 0	4312	45. 7	4578	72.47	5087	100.54	5982	151. 2	7614	242.34	11053	507.20	21681
40	20. 5	4322	66.31	4589	75. 5	5099	101.24	5996	151.47	7632	244.48	11080	509.47	21733
50	20.10	4332		4600		5111	101.54	6010	152.31	7650	244. 0	11106	512.21	21784

TABULA DECLINATIONIS Eclypticæ.

Gradus Eclyp-ticæ.	Aries. Libra. Gr.	Min.	Sec.	Taurus. Scorpius. Gr.	Min.	Sec.	Gemini. Sagittarius. Gr.	Min.	Sec.	
0	0.	0.	0	11.	50.	42	20.	13.	22	30
1	0.	23.	56	11.	51.	48	20.	25.	57	29
2	0.	47.	55	12.	12.	40	20.	38.	0	28
3	1.	11.	49	11.	33.	21	20.	49.	58	27
4	1.	55.	43	12.	53.	50	21.	1.	25	26
5	1.	59.	37	15.	14.	5	21.	11.	29	25
6	2.	23.	28	13.	34.	7	21.	23.	7	24
7	2.	47.	16	13.	53.	27	21.	53.	21	23
8	3.	11.	4	14.	13.	12	21.	43.	15	22
9	3.	34.	47	14.	52.	13	21.	54.	14	21
10	3.	58.	28	14.	51.	49	22.	1.	45	20
11	4.	22.	4	15.	10.	50	22.	10.	22	19
12	4.	43.	37	15.	29.	26	22.	18.	35	18
13	5.	9.	5	15.	47.	47	21.	26.	22	17
14	5.	31.	29	16.	5.	51	22.	53.	44	16
15	5.	55.	47	16.	23.	59	21.	40.	39	15
16	6.	18.	58	16.	41.	9	22.	47.	10	14
17	6.	42.	6	16.	58.	22	22.	53.	13	13
18	7.	5.	6	17.	15.	18	22.	58.	51	12
19	7.	28.	0	17.	61.	54	23.	4.	5	11
20	7.	50.	46	17.	48.	14	23.	3.	47	10
21	8.	13.	26	18.	4.	14	23.	13.	5	9
22	8.	35.	58	18.	19.	57	23.	16.	56	8
23	8.	58.	20	18.	35.	18	25.	20.	20	7
24	9.	20.	34	18.	50.	21	23.	25.	18	6
25	9.	42.	41	19.	5.	4	25.	25.	48	5
26	10.	4.	58	19.	19.	26	23.	27.	51	4
27	10.	26.	24	19.	33.	27	23.	29.	37	5
28	10.	48.	2	19.	47.	7	13.	50.	35	2
29	11.	9.	27	20.	0.	26	23.	51.	17	2
30	11.	30.	42	20.	15.	22	23.	31.	30	0
	Virgo. Pisces.			Leo. Aquarius.			Cancer. Capricornus.			Gradus Eclyp-ticæ.

TABULA STELLARUM
aliquot pro sæculo proximo.

Nomina stellarum.	*Ascensio recta.* *Gr.*	*Min.*	*Sec.*	*Declinatio.* *Gr.*	*Min.*	*Sec.*		*Quantitas.*
Caput Andromedæ.	358.	14.	8	27.	27.	26	Nord.	2
Zona Andromedæ.	13.	11.	20	34.	2.	40	N.	2
Fomahant Aquarii.	340.	11.	0	31.	8.	10	Sud.	1
Aquila.	94.	2.	47	8.	1.	20	N.	2
Clara Arietis.	227.	35.	58	22.	1.	30	N.	3
Capella.	73.	35.	56	45.	40.	0	Nord.	1
Arcturus.	210.	33.	2	20.	48.	2	N.	1
Canis Major Syrius.	97.	57.	6	16.	18.	6	Sud.	1
Canis minor Procyon.	110.	54.	33	5.	59.	2	N.	2
Primum Cornu Capricorni.	300.	24.	34	13.	21.	6	Sud.	3
Cornu inferius Capricorni.	301.	7.	29	15.	38.	2	Sud.	3
Schedir Cassiopeiæ.	5.	56.	0	54.	55.	16	Nord.	3
Junctura Cassiopeiæ.	9.	45.	58	59.	7.	36	Nord.	3
Genu Cassiopeiæ.	16.	36.	0	58.	40.	22	Nord.	3
Mandibula Ceti.	41.	38.	7	2.	53.	50	Nord.	2
Corona Septent.	230.	39.	0	27.	45.	20	Nord.	2
Cauda Cigni.	307.	47.	17	44.	34.	52	N.	2
Gemini ad Septent.	108.	50.	46	32.	20.	26	N.	2
Gemini ad Austrum.	111.	43.	36	28.	41.	2	N.	2
Cor Hydræ.	138.	12.	21	7.	21.	30	Sud.	1
Cor Leonis.	148.	4.	15	13.	25.	16	Nord.	1
Cauda Leonis.	175.	25.	34	16.	14.	4	N.	1
Discus ad Septent. Libræ.	225.	15.	26	8.	14.	46	Sud.	2
Lyra.	276.	39.	32	38.	31.	16	N.	1
Pes Orionis.	75.	2.	50	8.	33.	42	Sud.	1
Humerus Orionis.	84.	43.	4	7.	18.	20	Nord.	2
Marchab Pegasi.	341.	28.	10	13.	35.	58	N.	2
Caput Medusæ.	41.	21.	41	39.	46.	30	N.	3
Cor Scorpii.	241.	47.	28	25.	39.	54	Sud.	1
Aldebaran Tauri.	64.	41.	35	15.	52.	10	N.	1
Spica Virginis.	197.	21.	55	9.	33.	30	Nord.	1
Extrema Cauda Ursæ.	203.	53.	50	50.	50.	56	N.	2
Prima Caudæ.	190.	7.	56	57.	36.	58	N.	2
Stella Septent.	9.	51.	10	87.	42.	51	N.	2
Clara Vigilum.	222.	39.	20	75.	37.	30.	N.	2

TABULA AD CENTUM ANNOS,

ad ſciendum qua declinationis Solis tabulâ ſingulis annis uti oporteat, initio ducto à prima die Martii.

An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.
1673	2	1705	5	1737	4	1769	3
1674	3	1706	6	1738	5	1770	4
1675	4	1707	7	1739	6	1771	5
B. 1676	1	B. 1708	4	B. 1740	3	B. 1772	6
1677	2	1709	5	1741	4	1773	3
1678	3	1710	6	1742	5	1774	4
1679	4	1711	7	1743	6	1775	5
B. 1680	1	B. 1712	4	B. 1744	3	B. 1776	2
1681	2	1713	5	1745	4	1777	3
1682	3	1714	6	1746	5	1778	4
1683	4	1715	7	1747	6	1779	5
B. 1684	1	B. 1716	4	B. 1748	3	B. 1780	2
1685	1	1717	5	1749	4	1781	3
1686	2	1718	5	1750	5	1782	4
1687	3	1719	6	1751	6	1783	5
B. 1688	8	B. 1720	7	B. 1752	2	B. 1784	1
1689	1	1721	4	1753	3	1785	2
1690	2	1722	5	1754	4	1786	3
1691	3	1723	6	1755	5	1787	4
B. 1692	8	B. 1724	3	B. 1756	2	B. 1788	1
1693	1	1725	4	1757	3	1789	2
1694	2	1726	5	1758	4	1790	3
1695	3	1727	6	1759	5	1791	4
B. 1696	8	B. 1728	3	B. 1760	2	B. 1792	1
1697	1	1729	4	1761	3	1793	2
1698	2	1730	5	1762	4	1794	3
1699	3	1731	6	1763	5	1795	4
B. 1700	4	B. 1732	3	B. 1764	2	B. 1796	1
1701	5	1733	4	1765	3	1797	2
1702	6	1734	5	1766	4	1798	3
1703	7	1735	6	1767	5	1799	4
B. 1704	4	B. 1736	3	B. 1768	2	B. 1800	5

TABULA DECLINATIONIS
solis pro Meridiano Romano.

PRIMA TABVLA.

dies mē̃sū.	Martii	April.	Maii.	Junii.	Julii.	Augu.	Sept.	Octob.	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
2	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
4	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	12. 26	22. 40	15. 58
5	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
6	5. 11	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	21. 26	15. 21
7	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
8	4. 26	7. 38	17. 23	21. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
9	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 5	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
10	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
11	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 16	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
12	3. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
13	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
14	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
15	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 18	13. 52	2. 44	8. 32	18. 47	23. 13	21. 0	12. 22
16	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
17	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
18	0. 30	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	29. 31	23. 29	20. 23	11. 19
19	0 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 21	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
20	0. 18	11. 54	20. 15	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
21	0. 42	12. 14	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
22	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
							Sud.					
23	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
24	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 9
25	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
26	2. 39	13. 51	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	13. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
27	3. 3	14. 21	21. 30	23. 11	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 12	23. 10	18. 15	8. 0
28	3. 26	14. 50	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 18	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
29	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	7. 44
30	4. 13	15. 7	21. 57	23. 11	18. 23	8. 46	3. 7	14. 7	21. 51	23. 9	17. 26	
31	4. 36		21. 6		18. 8	8. 24		14. 27		23. 4	17. 9	

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS solis pro Meridiano Romano.

SECVNDA TABVLA.

	Martii	April.	Maii.	Junii.	Julii.	Augu.	Sept.	Octob	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
dies	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
mẽ-sũ.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	23. 0	16. 56
2	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
4	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
5	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
6	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
7	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
8	4. 34	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
9	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
10	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
11	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
12	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
13	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
14	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 23	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
15	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
16	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
17	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
18	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
19	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 39	20. 14	11. 2
	Nord.											
20	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
21	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
22	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					
23	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
24	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
25	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
26	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
27	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	19. 55	2. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
28	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	19. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
29	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	19. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	7. 20
30	4. 7	15. 2	21. 55	23. 12	18. 26	18. 51	3. 2	14. 3	21. 50	23. 10	17. 30	
31	4. 30		22. 4		18. 12	18. 29		14. 22		23. 5	17. 13	

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

TERTIA TABULA.

Dies mẽ. fiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 57	22. 57	23. 1	17. 0
2	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
3	6. 34	5. 34	15. 52	12. 25	22. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	21. 14	22. 50	16. 25
4	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	25. 33	22. 22	22. 44	16. 7
5	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	21. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
6	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
7	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
8	4. 37	7. 2-	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 30	22. 14	14. 53
9	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 23	17. 3	22. 56	22. 6	14. 34
10	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	22. 57	14. 14
11	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
12	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	3. 11	21. 37	13. 34
13	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
14	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 41	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
15	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	3. 22	21. 5	12. 33
16	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 25	13. 41	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
17	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 20	23. 26	20. 42	11. 51
18	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
19	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	0. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
20	Nord. 0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
21	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	24. 30	19. 52	10. 25
22	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
23	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	Sud. 0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
24	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
25	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
26	2. 28	13. 43	21. 13	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	11. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
27	2. 32	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 12
28	3. 15	14. 22	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
29	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 33	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	7. 26
30	4. 2	14. 58	21. 53	23. 13	18. 30	8. 56	2. 56	13. 58	1. 48	23. 11	17. 34	
31	4. 23		2. 1		18. 15	8. 34		14. 17		23. 6	17. 17	

TABULA

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QUARTA TABULA.

Dies mē. sū.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 12	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 22	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	6. 54	6. 13	26. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	13. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 41	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	17. 58	22. 55	22. 2	14. 38
10	3. 57	7. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	22. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
23	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 10	21. 44	14. 25	3. 25	8. 11	18. 10	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	16. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	29. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 10	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 28	29. 52	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
20	Nord. 0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 41	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	Sud. 0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 11	9. 24
25	2. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 9
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	13. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QVINTA TABVLA.

dies mẽ ſiũ.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 31	4. 36	15. 7	22. 6	23. 11	18. 8	8. 24	3. 7	14. 27	21. 52	23. 4	17. 9
2	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
3	6. 46	5. 22	25. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
4	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	27. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
3	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
6	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
7	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 4[illegible]	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
8	4. 49	7. 15	17. 7	21. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
9	4. 26	7. 38	17. 23	23. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
10	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
11	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
12	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 6	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
13	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	23. 24
14	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
13	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 21	12. 43
16	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
17	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
18	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
19	0 39	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
20	0. 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
21	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
22	0. 42	12. 24	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 34
							Sud.					
23	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
24	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
25	1. 52	13. 14	20. 39	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 9
26	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
27	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	12. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
28	3. 3	14. 11	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 22	23. 20	18. 15	8. 0
29	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
30	3. 50	14. 49	21. 48	23. 25	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 23	17. 42	
31	4. 13		22. 57		18. 23	8. 46		14. 7		23. 9	17. 26	

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

SEXTA TABULA.

dies mē-siū.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 37	4. 30	15. 2	22. 4	23. 12	18. 12	8. 29	3. 4	14. 22	21. 50	23. 5	17. 13
2	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	22. 0	16. 56
3	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
4	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
5	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
6	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
7	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
8	4. 55	7. 10	17. 3	21. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
9	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
10	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
11	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
12	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
13	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
14	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
15	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
16	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
17	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
18	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
19	0 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
20	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
21	0. 32	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20.	10. 41
22	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
23	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					
24	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 18	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
25	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
26	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
27	2. 34	23. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
28	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
29	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
30	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	
31	4. 7		21. 55		18. 26	8. 51		14. 3		23. 10	17. 30	

TABULA DECLINATIONIS Solis pro Meridiano Romano.

SEPTIMA TABULA.

Dies mē-ſiū.	Martii	April.	Maii,	Junii,	Julii,	Augu.	Sept.	Octob	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 42	5. 25	14. 58	22. 1	23. 13	18. 15	8. 34	2. 56	14. 17	21. 48	23. 6	17. 17
2	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
3	6. 57	5. 21	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
4	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
5	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
6	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
7	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
8	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
9	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
10	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 55	22. 6	14. 34
11	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	22. 57	14. 14
12	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 21	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
13	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21. 37	13. 34
14	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
15	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
16	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	23. 22	21. 5	12. 33
17	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 42	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
18	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
19	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
20	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
	Nord.											
21	0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
22	0. 30	12. 15	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 5	10. 25
23	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	12. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
							Sud.					
24	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
25	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
26	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
27	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
28	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
29	3. 15	14. 22	21. 35	23. 20	18. 39	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
30	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 32	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	
31	4. 2		21. 53		18. 30	8. 56		13. 58		23. 11	17. 34	

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

OCTAVA TABULA.

Dies mensis	Martii	April.	Maii,	Junii,	Julii,	Augu.	Sept.	Octob.	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 5	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 46
2	6. 40	5. 28	16. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
3	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 25	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
4	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
5	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
6	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
7	4. 44	7. 21	17. 11	22. 35	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
8	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 8	14. 38
9	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 35	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
10	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
11	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
12	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
13	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 58
14	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 11	21. 8	12. 38
15	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
16	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
17	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
18	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
19	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
20	Nord. 0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
21	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
22	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
23	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	Sud. 0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
24	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
25	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
26	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	1. 5	1. 39	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
27	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
28	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
29	3. 55	14. 53	21. 50	22. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	7. 9
30	4. 19	15. 11	21. 59	23. 10	18. 19	8. 40	3. 13	14. 12	21. 54	23. 8	17. 22	
31	4. 42		22. 7		18. 5	8. 19		14. 31		23. 3	17. 4	

TABULA STELLARUM
aliquot pro sæculo proximo.

Nomina stellarum.	*Ascensio recta.* Gr.	Min.	Sec.	*Declinatio.* Gr.	Min.	Sec.		*Quantitas.*
Caput Andromedæ.	358.	14.	8	27.	27.	26	Nord.	2
Zona Andromedæ.	13.	11.	20	34.	2.	40	N.	2
Fomahant Aquarii.	340.	11.	0	31.	8.	10	Sud.	1
Aquila.	94.	2.	47	8.	1.	10	N.	2
Clara Arietis.	227.	33.	58	21.	1.	30	N.	3
Capella.	73.	35.	56	45.	40.	0	Nord.	1
Arcturus.	210.	33.	2	20.	48.	2	N.	1
Canis Major Syrius.	97.	57.	6	16.	18.	6	Sud.	1
Canis minor Procyon.	110.	54.	33	3.	59.	2	N.	2
Primum Cornu Capricorni.	300.	24.	34	13.	22.	6	Sud.	3
Cornu inferins Capticorni.	301.	7.	29	15.	38.	2	Sod.	3
Schedis Cassiopeiæ.	5.	56.	0	54.	55.	16	Nord.	3
Junctura Cassiopeiæ.	9.	45.	58	59.	7.	36	Nord.	3
Genu Cassiopeiæ.	16.	36.	0	58.	40.	22	Nord.	3
Mandibula Ceti.	41.	38.	7	2.	53.	50	Nord.	2
Corona Septent.	230.	39.	0	27.	45.	20	Nord.	2
Cauda Cigni.	307.	47.	17	44.	34.	52	N.	2
Gemini ad Septent.	108.	50.	46	32.	20.	26	N.	2
Gemini ad Austrum.	111.	43.	36	28.	41.	2	N.	2
Cor Hydræ.	138.	12.	22	7.	21.	30	Sud.	1
Cor Leonis.	148.	4.	15	13.	25.	16	Nord.	1
Cauda Leonis.	175.	25.	34	16.	14.	4	N.	1
Discus ad Septent. Libræ.	225.	15.	26	8.	14.	46	Sud.	2
Lyra.	276.	39.	32	38.	31.	16	N.	1
Pes Orionis.	75.	1.	50	8.	33.	42	Sud.	1
Humerus Orionis.	84.	43.	4	7.	18.	20	Nord.	2
Marchab Pegasi.	342.	28.	10	13.	35.	58	N.	2
Caput Medusæ.	42.	11.	42	39.	46.	30	N.	3
Cor Scorpii.	241.	47.	28	25.	39.	54	Sud.	1
Aldebaran Tauri.	64.	41.	35	15.	52.	10	N.	1
Spica Virginis.	197.	22.	55	9.	33.	30	Nord.	1
Eatrema Cauda Ursæ.	203.	53.	50	50.	50.	56	N.	2
Prima Caudæ.	190.	7.	56	57.	36.	58	N.	2
Stella Septent.	9.	51.	30	87.	42.	51	N.	2
Clara Vigilum.	222.	39.	20	75.	37.	30	N.	2

TABULA AD CENTUM ANNOS,

ad ſciendum qua declinationis Solis tabulâ ſingulis annis uti oporteat, initio ducto à prima die Martii.

An. Chr.	*Tab.*	*An. Chr.*	*Tab.*	*An. Chr.*	*Tab.*	*An. Chr.*	*Tab.*
1673	2	1705	5	1737	4	1769	3
1674	3	1706	6	1738	5	1770	4
1675	4	1707	7	1739	6	1771	5
B. 1676	1	B. 1708	4	B. 1740	3	B. 1772	6
1677	2	1709	5	1741	4	1773	3
1678	3	1710	6	1742	5	1774	4
1679	4	1711	7	1743	6	1775	5
B. 1680	1	B. 1712	4	B. 1744	3	B. 1776	2
1681	2	1713	5	1745	4	1777	3
1682	3	1714	6	1746	5	1778	4
1683	4	1715	7	1747	6	1779	5
B. 1684	1	B. 1716	4	B. 1748	3	B. 1780	2
1685	1	1717	5	1749	4	1781	3
1686	2	1718	5	1750	5	1782	4
1687	3	1719	6	1751	6	1783	5
B. 1688	8	B. 1720	7	B. 1752	2	B. 1784	1
1689	1	1721	4	1753	3	1785	2
1690	2	1722	5	1754	4	1786	3
1691	3	1723	6	1755	5	1787	4
B. 1692	8	B. 1724	3	B. 1756	2	B. 1788	1
1693	1	1725	4	1757	3	1789	2
1694	2	1726	5	1758	4	1790	3
1695	3	1727	6	1759	5	1791	4
B. 1696	8	B. 1728	3	B. 1760	2	B. 1792	1
1697	1	1729	4	1761	3	1793	2
1698	2	1730	5	1762	4	1794	3
1699	3	1731	6	1763	5	1795	4
B. 1700	4	B. 1732	5	B. 1764	2	B. 1796	1
1701	5	1733	4	1765	3	1797	2
1702	6	1734	5	1766	4	1798	3
1703	7	1735	6	1767	5	1799	4
B. 1704	4	B. 1736	3	B. 1768	2	B. 1800	5

TABULA DECLINATIONIS
solis pro Meridiano Romano.

PRIMA TABVLA.

dies mē ſiū.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augo. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 51	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
2	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
4	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
5	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
6	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 39	22. 41	22. 26	15. 21
7	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 56	22. 47	22. 18	15. 2
8	4. 26	7. 38	17. 23	22. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
9	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
10	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
11	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 16	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
12	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
13	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 31	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
14	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
15	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
16	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
17	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
18	0. 30	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
19	0 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
20	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
21	0. 42	12. 14	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
22	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
							Sud.					
23	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
24	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 9
25	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
26	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	13. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 21
27	3. 3	14. 21	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 22	23. 20	18. 15	8. 0
28	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
29	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 41	7. 44
30	4. 13	15. 7	21. 57	23. 11	18. 23	8. 46	3. 7	14. 7	21. 52	23. 9	17. 26	
31	4. 36		22. 6		18. 8	8. 24		14. 27		23. 4	17. 9	

TABULA DECLINATIONIS
solis pro Meridiano Romano.

SECVNDA TABVLA.

	Martii	April.	Maii.	Junii.	Julii.	Augu.	Sept.	Octob	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
dies	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
mẽ. siũ.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 14	4. 53	15. 21	22. 11	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 41	21. 59	23. 0	16. 56
2	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 5	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
4	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
5	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
6	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
7	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
8	4. 54	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
9	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
10	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
11	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
12	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
13	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
14	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 25	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
15	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
16	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
17	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
18	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
19	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
20	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	22. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
21	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
22	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					
23	1. 25	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
24	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
25	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
26	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
27	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	19. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
28	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	19. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
29	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	19. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	7. 20
30	4. 7	15. 2	21. 55	23. 12	18. 26	18. 51	3. 2	14. 3	21. 50	23. 10	17. 30	
31	4. 30		22. 4		18. 12	18. 29		14. 22		23. 5	17. 13	

TABULA DECLINATIONIS Solis pro Meridiano Romano.

TERTIA TABVLA.

Dies mẽ-siũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 20	4. 48	15. 26	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
2	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
3	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	22. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
4	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
5	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
6	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
7	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 22
8	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
9	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 56	22. 6	14. 34
10	3. 30	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 29	23. 2	22. 57	14. 14
11	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
12	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	3. 11	21. 37	13. 34
13	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 31	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
14	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
15	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	3. 22	21. 5	12. 33
16	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 25	13. 41	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
17	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 25	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
18	0. 41	11. 3	29. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
19	0. 17	11. 24	19. 55	25. 29	20. 51	12. 44	1. 22	0. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
	Nord.											
10	0. 6	21. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
21	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	24. 30	19. 52	10. 25
22	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	25. 30	19. 37	10. 3
							Sud.					
23	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	12. 35	20. 51	23. 29	19. 23	9. 41
24	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 5	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
25	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
26	2. 28	13. 43	21. 13	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
27	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	29. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 12
28	3. 15	14. 22	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
29	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 33	13. 38	21. 58	23. 15	17. 50	7. 26
30	4. 2	14. 58	21. 53	23. 13	18. 30	8. 56	2. 56	13. 58	1. 48	23. 11	17. 34	
31	4. 25		2. 1		18. 15	8. 34		14. 17		23. 6	17. 17	

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QVARTA TABVLA.

Dies mẽ-fiũ.	Martii	April.	Maii,	Junii,	Julii,	Augu.	Sept.	Octob	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 12	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	6. 54	6. 13	26. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	13. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	17. 58	22. 55	22. 2	14. 38
10	3. 57	7. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	22. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
13	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 52	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	16. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 18	19. 52	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
	Nord.											
20	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 41	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
							Sud.					
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
25	2. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 9
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 51
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

TABULA DECLINATIONIS Solis pro Meridiano Romano.

QVINTA TABVLA.

dies mē̃ſiũ.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 31	4. 36	15. 7	22. 6	23. 11	18. 8	8. 24	3. 7	14. 27	21. 52	23. 4	17. 9
2	7. 9	4. 59	15. 25	22. 15	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
3	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
4	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
5	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
6	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
7	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 4	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
8	4. 49	7. 15	17. 7	21. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
9	4. 26	7. 38	17. 23	23. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
10	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
11	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
12	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 6	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
13	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
14	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
15	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
16	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
17	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
18	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
19	0 39	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
20	0. 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
21	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
22	0. 42	12. 14	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
							Sud.					
23	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
24	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
25	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 9
26	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
27	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	12. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
28	3. 3	14. 11	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 22	23. 20	18. 15	8. 0
29	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
30	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	
31	4. 13		21. 57		18. 23	8. 46		14. 7		23. 9	17. 26	

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS Solis pro Meridiano Romano.

SEXTA TABULA.

dies mẽ-siũ.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 37	4. 30	15. 2	22. 4	23. 12	18. 12	8. 29	3. 4	14. 22	21. 50	23. 5	17. 13
2	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	22. 0	16. 56
3	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
4	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
5	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 33	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
6	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 38	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
7	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
8	4. 55	7. 10	17. 3	21. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
9	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
10	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
11	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
12	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
13	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
14	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
13	2. 10	9. 44	18. 50	25. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
16	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
17	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
18	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
19	0 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
20	0. 12	11. 29	19. 38	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
21	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20.	10. 41
12	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
23	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 59	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					
24	1. 23	12. 49	20. 43	23. 29	20. 2	11. 18	0. 18	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
25	1. 47	13. 9	20. 36	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
26	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
27	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
28	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
29	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
30	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	
31	4. 7		21. 55		18. 26	8. 51		14. 3		23. 10	17. 30	

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

SEPTIMA TABVLA.

Dies mē-ſiū.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 42	5. 25	14. 58	22. 1	23. 13	18. 15	8. 34	2. 56	14. 17	21. 48	23. 6	17. 17
2	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	21. 57	23. 1	17. 0
3	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 3	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
4	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
5	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
6	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
7	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
8	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
9	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
10	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 55	22. 6	14. 34
11	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	21. 57	14. 14
12	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
13	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21. 37	13. 34
14	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
15	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
16	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	23. 22	21. 5	12. 33
17	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 42	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
18	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
19	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
20	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
	Nord.											
21	0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
22	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 51	10. 25
23	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
							Sud.					
24	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
25	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
26	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
27	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
28	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
29	3. 15	14. 22	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
30	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 32	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	
31	4. 2		21. 53		18. 30	8. 56		13. 58		23. 11	17. 34	

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

OCTAVA TABVLA.

Dies mensis	Martii	April.	Maii,	Junii,	Julii,	Augu.	Sept.	Octob.	Nove.	Dece.	Janu.	Febr.
	Sud.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Nord.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.	Sud.
	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.	Grad.
1	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 46
2	6. 40	5. 28	16. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	21. 12	22. 52	16. 29
3	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
4	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
5	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
6	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
7	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
8	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 8	14. 38
9	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 35	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
10	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
11	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
12	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 50	13. 19
13	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 58
14	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	5. 2	8. 35	18. 36	23. 11	21. 8	12. 38
15	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
16	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
17	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
18	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
19	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
20	Nord. 0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
21	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	25. 30	19. 40	10. 8
22	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
23	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	Sud. 0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
24	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
25	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
26	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	1. 5	1. 39	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
27	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 13	7. 54
28	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
29	3. 55	14. 53	21. 50	22. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	7. 9
30	4. 19	15. 11	21. 59	23. 10	18. 19	8. 40	3. 13	14. 12	21. 54	23. 8	17. 22	
31	4. 42		22. 7		18. 5	8. 19		14. 31		23. 3	17. 4	



TRACTATUS XX.

OPTICA.



ARTEM Matheseos jucundissimam inter alias aggredimur, quam opticam nominamus; Sub qua nuncupatione ea omnia, quæ ad oculum quomodocumque pertinent, non comprehendimus; ut eam à Dioptricâ & Catoptricâ distinguamus. Sed ea tantum quæ aut visionem in communi, aut directam respiciunt.

Liber primus, erit de visione in communi, & de eius natura, & proprietatibus, fallaciis, quantum patientur hujus scientiæ limites aget.

Secundus aget de Visione duorum.

Tertius, de Propagatione luminis, in quo unum mihi condonari postulo, nempe ut tantisper de rigore geometrico remittere liceat. Rem enim non abstractam, & remotam à sensibus explicandam suscipio; sed iis penitus immersam. Secundum ut quæcumque certis, & indubitatis experimentis comprobata referam, quasi sufficienter demonstrata assumere deinceps mihi concedatur.

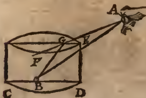
OPTICÆ

LIBER PRIMUS.

Suppositiones, de Visione in communi.

SUppono primò aliqua ex Dioptrica, quæ fusiùs infra explicabuntur, & demonstrabuntur.

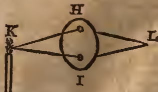
Primò, Dari aliquam refractionem luminis, dum à medio rariori, ad densius radius protenditur, aut è contra. Hanc suppositionem aliter probare, non debeo hic, nisi experimentis variis:sum enim etiam infra tentaturus, an hujus refractionis causam aliquam, ex intimis eius legibus petitam in medium afferre possim.



Sit in medio alicujus lebetis C D calculus B, recedat oculus in A, donec calculum B videre non possit; intercipientibus scilicèt lateribus vasis, nempe latere DE radium directum BA, impleatur lebes aquâ, jam videbitur calculus B, sed multò in altiori loco nempe in F; quod fieri non potest nisi radius BG frangatur in G, ut oculum A, attingat.

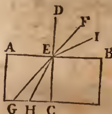
Quod si tale experimentum non attideat, eò quòd videatur supponere aliquid ab objectis propagari ad oculum usque, quod tamen non mihi ita facilè aliquis concederet.

Alind experimentum propono. Sumatur phiala



vitrea, aut lens convexa H I, quæ contegatur chartâ ut denegetur aditus lumini emissi ex face accensa,exceptis duobus foraminibus,excipianturque chartâ mundâ radii luminis per hujusmodi foramina trajecti. Dico si sufficienter charta removeatur, hujusmodi radios in unicum & idem punctum coalituros, majusque seu intensius lumen in illo puncto concursûs producendum, quàm in radiis seorsim sumptis & separatis, hoc aliter

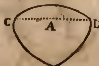
aliter demonstrare non debeo, nisi ipsâ experientiâ. Quam qui negabit, detegat omnino hujusmodi lentem, eam directè soli exponat, manumque opponat ad distantiam puncti concursûs priùs notati; calorque nimios in manu productus totam suppositionem demonstrabit. Duo ex hac suppositione concludo. Primum dari refractionem, si enim nulla luminis daretur refractio; hoc est si lumen quod nullâ oppositâ lente per lineam rectam propagatur, incurrens in lentem non frangeretur, seu non propagaretur per lineam fractam; nullo modo isti radii in unum coalescerent, cum duæ lineæ rectæ spatium non comprehendant. Secundum est quod sol vel quodlibet luminosum, agendo per lentem hujusmodi vitream convexam, fortiùs agat, in punctum illud concursûs, quam ageret si in aëre libero suum lumen propagaret. Ad hanc suppositionem pertinent communes leges refractionis, nempe sit medium aliquod A B C densius



aëre, in quod incurrat ex aëre radius F E, qui nisi obstaret medium per lineam rectam propagaretur, nempe F E G; ducatur ad superficiem A B communem utrique medio, perpendicularis E C, dico radium F E fractum iri in puncto E, & magis accessurum ad perpendicularem E C, ita ut producatur secundum lineam E H; ideoque dicitur frangi ad perpendicularem, dum transit à medio rariori, verbi gratiâ, aëre in medium densius, quod intelligendum est de radio obliquè incidente.

E contrà sit radius G E procedens per medium densius, & incidens in medium rarius. Ita ut nisi medium moraretur procederet secundum rectam lineam G E F. Ducatur in medio rariori linea E D perpendicularis ad superficiem A B, communem utrique medio: lumen non procedet secundum lineam G E F, sed recedet à perpendiculari E D, secundum radium E I, & hoc vocamus frangi à perpendiculari: quorum nullam aliam hic volumus demonstrationem nisi experientiam. Hæc autem supponenda fuerunt ex Dioptricâ ut possent intelligi ea quæ de oculo dicturi sumus; immò post Dioptricam esset differenda Optica, nisi ordo doctrinæ postularet, ut ante de visione in genere agerem, quam de eius specie visione refractâ.

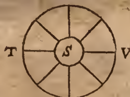
Suppono secundò, Oculum ita compositum esse, ut si totum & integrum spectes, figuræ sit pene sphæricæ, sed oblongiusculæ ad modum ferè pyri, cujus codex sit nervus opticus. Tres præcipuas partes habet, nempe tres humores, tunicasque eos humores continentes, præcipuus humor est crystallinus; cujus figura lenticularis est, & in multis animalibus omnino sphærica. In homine, anteriori parte videtur sphærica, & posticâ parte, paulò acutiori seu hyperbolicâ constare. Talem exhibet figura A,



tunica quâ continetur hic humor dicitur aranea; habet item zonam subalbicantem quam vocant processus ciliares, qualis est C A D; & hàc probabile est posse ita constringi aut dilatari crystallinum, ut in acutiorem, seu minorem sphæram aliquando in majorem abeat, situs illius est medius inter alios humores.



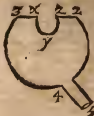
Aqueus humor in anteriori oculi parte positus, convexus est, secundum partem anticam, & in postica concavus, ut in ea concavitate H K I crystallinum excipiat, continetur diversis tunicis. Nam separatur ab humore crystallino, portione H K I araneæ, ab humore vitreo processibus ciliaribus E H, I G, continetur ex parte anteriori consolidativâ E P, G R, & corneâ P F R, quæ paulisper protuberat, estque portio minoris alicujus sphæræ. In medio humore aqueo innatat uvea perforata, quam exprimere aliter non potui, quam per sectiones eius L M, N O, relicto foramine M N; hanc tamen separatim exhibeo in figura T V foramen melius exprimitur in S, vocaturque pupilla quæ constringi & dilatari potest ope fibrarum aliquarum.



Humor vitreus major quoad quantitatem

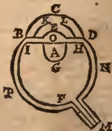
 est

est etiam convexo-concavus, cavitatem habet, X Y Z quâ cryſtallinum excipiat; à quo ſeparatur tunicâ araneâ, ſeparatur ab aqueo, proceſſi-



bus ciliaribus 3 X, a Z; continetur immediatè retinâ ſeu retiformi tunicâ 341. ſic dicta quod ad modum retis pluribus nervulis conſtet. Humores omnes perlucidi ſunt, ſeu diaphani, cornea item PFR, & aranea HKI, & X Y Z perlucidæ ſunt. Uvea TV, non eſt diaphana ideoque eſt perforata.

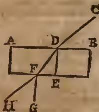
Quia figuræ planæ non ſatis bene exprimunt res ſolidas; ideo ſolent optici ſulam oculi ſectionem exhibere, quam ut intelligas finge tibi oculi tres humores duritiem aliquam contraxiſſe, oculumque ita induratum, dividi in duas partes ſectione horizontali, figuram hic appoſitam habe-



bis; in qua A eſt cryſtallinus humor, B C D E aqueus, B F D G vitreus, BCD cornea, I K,LH, ſunt portiones uveæ, KL foramen uveæ, ſeu pupilla, B O D Proceſſus ciliares, I E H G aranea. BFD eſt retina, BPND eſt conſolidativa, FM nervus opticus.

Denſitas cryſtallini humoris eſt ferè æqualis denſitati cryſtalli; ut experti ſunt aliqui, eaſdemque lumen in eo humore patitur refractiones, quas habet in cryſtallo. Aqueus humor cryſtallino minùs denſus eſt, ſicut & vitreus, & ne quid ſine experimento oſtendatur. Repleatur aliqua ſphæra vitrea cryſtallino honore, oculi bovini; alia aqueo, alia vitreo, ſit alia ampulla omnino æqualis ex cryſtallo ſolida, alia plena aqua. Et exponantur ſingulæ radiis ſolaribus, noteturque diſtantia ad quam radios ſolares uniant. Videbiſque differentiam non eſſe adeo magnam hoc eſt ſphæram plenam aqueo, aut vitreo humore maximè convenire cum ea quæ plena erit aqua. Refert *Descartes* ſe expertum eſſa aliquid hujuſmodi, & ſe vix potuiſſe animadvertere differentiam notabilem.

Suppoſitio tertia. Vitrum ejuſdem craſſitiei nihil immutat in objecto, neque in lumine per ipſum trajecto. Senſus iſtius ſuppoſitionis eſt, quod ſi ſumatur vitrum ejuſdem craſſitiei, vel planum, vel ex una parte convexum, ex alia concavum, ita tamen ut craſſities ſit eadem, quod negligi poſſit fractio quam lumen patietur dum hujuſmodi vitrum trajiciet. Frangatur ampulla vitrea, & ante oculos habeatur; invertatur quomodocumque, objecta ſemper in eodem loco videbuntur; ut conſtat experientia. Ex quo concludo non eſſe habendam rationem refractionum, quæ fiunt in tunicis ambientibus humores.



Ratio eſt quia quantum accedit radius ad perpendicularem dum ingreditur hujuſmodi tunicas, tantum recedit à perpendiculari in egreſſu. Ut ſit vitrum A B, in quod incidat radius C D, qui frangatur; & accedat ad perpendicularem D E. Sitque D F, deinde in egreſſu tantùm recedat à perpendiculari F G, ideoque ulterius producatur per lineam F H, certum eſt quod lineæ DC, & FH erunt parallelæ. Unde ſi vitrum non habeat notabilem craſſitiem, in directum jacebunt lineæ DC, FH. Quod experientia patet. Deinde ſi denſitas tunicarum ambientium humores ſit æqualis humorum denſitatibus, ita ut non multum diſcrepent; certum eſt nullam refractionis quæ fit in tunicis,habendam rationem, cum unica fiat. Ideo in hac materia nullam rationem habebimus refractionis, quæ fit in cornea B C D, in aranea IEH, aut IGH.

PROPOSITIO L.

Theorema.

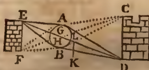
In oculi fundo objectorum imagines depinguntur.

Suppono ad probationem hujus propoſitionis experimentum ſatis commune, & de quo multa ſolent Philoſophi diſputare. Nempe ſi claudatur exactè cubiculum; ita ut nullus pateat aditus lumini, niſi per foramen unum, cui objiciatur ad aliquam diſtantiam corpus album. Ut charta munda; videbuntur in ea charta imagines objectorum, extra cubiculum poſitorum: ſed inverſo ſitu, duplici autem modo id fieri poteſt. Primò ſi foramen ſit ſimplex, nihilque illi addatur;

tur : in quo casu imagines objectorum erunt valde confusæ, & imperfectæ, immo sine distinctione colorum, videbunturque potiùs quasi umbræ objectorum, quàm perfectæ imagines. Deinde nulla erit peculiaris distantia observanda, sed quò charta foramini opposita, ab eo magis removebitur, eò etiam majora videbuntur objecta. Denique quò majus erit foramen, eò quidem cum majori luce videbuntur istæ imagines; sed confusiores, quorum omnium rationem reddere est satis facile. Supponendo scilicet à singulis objectorum partibus reflecti vario modo lumen solis, quod trajectum per foramen illud, deinde ad oculum à charta reflectatur. Sed neque hic hujus experimenti rationem reddere suscipio, cum inferiùs de illo sim dicturus, neque ad probandam meam propositionem id requiritur.

Secundus modus quo fieri potest idem experimentum erit, si foramen rotundum, cujus diameter unius digiti instruatur lente convexâ, perfectè elaborata objiciaturque charta ad certam, & determinatam distantiam, quam faciliùs invenies recedendo sensim à charta quàm quacumque aliâ viâ: tunc imagine, ita nativos objectorum colores, proportiones, distantias, umbras exhibent; ut omnem pictorum artem superent; quatuor in hoc phænomeno notanda sunt. Primò expressissimas esse imagines cum coloribus propriis. Secundum eas esse distinctissimas sine ulla confusione. Tertium eas habere inversum situm. Quartum chartam debere objici ad certam, & determinatam distantiam; ita ut si propiùs eam admoveris sit confusa imago, si eam etiam longiùs removeris, pariter confusionem paries. Quorum omnium rationes saltem hic delibare intelligentiæ causâ mihi liceat.

Sit sphæra vitrea A B, plena aquâ in eo fora-



mine posita; sitque objectum CD, & charta intra cubiculum objecta foramini sit EF, ex puncto C, intelligatur radius C G F, transiens per centrum sphæræ G, qui cum perpendicularis sit, irrefractus erit, & ulterius protendetur, ex eodem puncto C objecti, radii CA, CB, & alii infiniti qui cogitati possunt in sphæram A B incidant. Hi radii per suppositionem primam concurrent in eodem puncto post sphæram; ergo illud punctum erit in aliqua parte radii CF irrefracti. Idem dico de puncto D, à quo si intelligantur plurimi radii in sphæram A B incidere, hi omnes per suppositionem primam concurrent, ergo in aliquo puncto radii irrefracti DE. Sit illud punctum E. Igitur si charta in ea distantia objiciatur foramini, in qua concurrunt radii ab iisdem objecti partibus emissi.

Primò imago erit inversa, cùm enim concurrant hi radii simul cum radio irrefracto, radii irrefracti determinabunt locum imaginis, sed radius irrefractus puncti C, superioris in objecto, post centrum G, inferiorem locum occupat, & radius irrefractus D E, puncti inferioris D, post centrum G, superiorem locum occupat; ergo imago puncti superioris C, inferiorem locum occupabit. Vocentur autem radii irrefracti principales.

Secundò expressior erit imago, quàm si radii per nudum foramen trajicerentur, quia eò erit expressior imago, quo plures radii luminis ab eadem objecti parte emissi, in eodem puncto oppositæ chartæ unientur; sed plures unientur apposita sphæra vitrea, quam si nudum pateret foramen; ergo expressior erit imago, nam per suppositionem primam lumen collectum lente vitreâ majus est lumine disperso.

Tertiò imago est distinctior, quia tunc est distinctior imago; quando in eodem puncto imaginis repræsentatur unicum punctum objecti, quam si in eodem puncto imaginis repræsententur plura puncta objecti. Sed quando lens vitrea adhibetur foramini, in eodem puncto chartæ colliguntur omnes radii pertinentes ad idem punctum objecti; quando verò solum patet foramen, illud cum indivisibile non sit, sed habeat v.g. diametrum semidigiti, ad idem punctum chartæ appositæ possunt pervenire radii plurimarum partium objecti: ergo non tam benè vitatur confusio, ac dum instruitur foramen lente vitreâ. Est etiam imago vivacior, quia in eodem puncto chartæ colliguntur plures radii ad eandem objecti partem pertinentes, nempe illi omnes qui in diversa lentis convexæ puncta incidunt, quod non accidit quando est simplex foramen. Sicut ergo dum radii solis incidentes in lentem convexam, post ipsam adunati, sunt intensiores, & fortiores, quam si solis radius per simplex foramen transmitteretur: ita etiam quælibet pars objecti, emittens radios suos, (quidquid tandem sint illi radii: sive radii luminis reflexi, sive species non inquiro adhuc) fortiorem, & vividiorem imaginem depingit, ut constat experientiâ.

Quartò debet objici charta in certâ, & determinata distantia. Si enim non præcisè in concursu radiorum ab eadem parte objecti emissorum collocetur; jam in eodem puncto chartæ incident radii ad diversas objecti partes pertinentes; ita si poneretur charta in puncto intermedio, ibi inveniretur multiplex radius pertinens ad partem C objecti; & radius pertinens ad partem D objecti.

5. Si adhibeatur major sphæra, aut lens quæ sit segmentum majoris sphæræ, major apparebit imago. Nam ut in dioptrica ostendemus, majores sphæræ ad majorem distantiam, radios à sole emissos uniunt, sicut & radios luminis ab eâdem parte objecti procedentes, quorum omnium dabitur demonstratio in dioptrica. Sufficiat in præsenti experientia.

6. Si moveatur objectum, aut vitrum, movebitur & imago; cùm enim moto objecto mutetur, & radius principalis, qui ut dixi determinat locum imaginis, mutabitur locus imaginis.

5. Si multiplicarentur lentes multiplicarentur & imagines, quod clarissimum est.

8. Si media pars lentis vitreæ obtegatur, non tamen media pars imaginis obliterabitur. Sit v.g. corpus opacum KL, tegens aliquam partem lentis vitreæ. Dico nullam propterea partem imaginis obliteratum iri. Quia enim adhuc cujuscumque partis objecti CD, aliqui radii incidunt in lentem vitream; illi sufficient ad pingendam imaginem: sed debilior erit imago, quia intercipiuntur cujuscumque partis objecti aliqui radii, qui expressiorem reddidissent imaginem, si adfuissent.

9. Si objectorum vicinorum distincta sit imago, erit confusior imago objectorum remotiorum, & vicissim; si imago objectorum remotiorum fuerit distincta, erit obscurior imago objectorum vicinorum. Ratio est quia objectorum vicinorum radii incidentes in lentem vitream uniuntur post lentem vitream in majori distantia; & in minori distantia qui ab objectis remotioribus emittuntur, quod in dioptrica demonstratur. Sufficiat modo experientiam facere. Assumatur lens vitrea quæ obtegatur corpore opaco relictis duobus aut tribus foraminibus, excipiantur facis accensæ radii, hujusmodi lente, removeaturque charta post lentem, donec radii perfectè uniantur, noteturque distantia chartæ à lente; dico si fax fiat vicinior lenti, charta erit removenda à lente, si fax removeatur, erit admovenda charta.

10. Si aliunde lux major affulgeat obliterabitur imago.

11. Notandum quod licèt lentes non sint sphæræ integræ, sed tantum portiones sphæræ; nihilominus proportione quadam inveniri radium principalem, in quo uniantur cæteri omnes radii. Multa alia notari poterant, quorum rationem reddendi non est hic locus, sufficiat hæc supposuisse ad demonstrandam propositionem nostram.

Hanc propositionem nostram demonstrant aliqui experimento, si enim alicujus animalis oculus accipiatur, à cujus retinâ, ita separentur adhærentes aliæ tunicæ opacæ, ut aliquam diaphaneitatem habeat: atque ita præparatus oculus in fenestræ foramine collocetur, in suo situ naturali, ut pupillam ad externa objecta obvertat, clauso aliunde diligenter cubiculo, apparebunt illustrium, & bene illuminatorum objectorum imagines in ipsa retina. Vel si separari non possint adhærentes tunicæ, secetur pars aliqua retinæ, & loco illius, vel inunctâ chartâ, vel putamine ovi contineatur humor vitreus ne diffluat, colloceturque oculus in foramine cubiculi clausi secundùm situm suum naturalem, in eo ovi putamine aut chartâ oleo inunctâ, quæ locum retinæ obtinet, videbuntur objectorum imagines; quam experientiam affert Renatus Cartesius, licèt non dicat expressè se eam fecisse. Ego illam feci in oculo canis optiméque successit, ut dicam infra.

Quia tamen difficile est ita putamen ovi oculo inserere, ut humor non effluat; supernè potest incidi oculus, ut per illud foramen videri possit retina. Si oculum ad foramen fenestræ ita adhibeas, ut incisio facta sit in loco superiori, poteris, in retina imagines objectorum inversas spectare.

Nobilis Danus cujus infra mentionem faciam mihi retulit se eam fecisse experientiam, & vidisse species in retina inversas. Ego licet nullam incisionem fecerim, candelarum imagines in oculi canini retina inversas spectavi.

Alia ratione eam propositionem stabilire conabimur. Si diligenter consideremus humores ex quibus oculus coalescit. Tam bene describi debent imagines in fundo retinæ, ac in charta opposita foramini instructo lente convexâ; si eædem sint conditiones requisitæ ad hunc effectum producendum, quæ inveniuntur in cubiculo ita clauso, ut diximus; sed eædem inveniuntur conditiones, igitur tam benè depingi debent. Major indubitata est, objecta enim sunt causæ necessariæ; quare eodem modo agent in subjecta eodem modo capacia suæ impressionis. Minor igitur probatur. Sphæra integra vitrea aquâ plena, exprimit objecta in charta apposita valde vicina. Sed oculus est ampulla plena humoribus eandem cum aqua refractionem efficientibus (ut diximus in suppositione tertia, & quilibet experiri potest) nisi quod crystallinus sit tantisper densior; ergo oculus exprimere deberet objecta ad parvam distantiam post se, seu post retinam, nisi acceleretur hæc expressio. Sed acceleratur tantisper expressio, seu unio radiorum ad ejusdem objecti partem pertinentium, tum propter paulò majorem densitatem crystallini, tum propter figuram oblongiorem ipsius oculi; ergo depinguntur objecta in ipso oculi fundo. Neque enim parva admodum diversitas quæ in crystallini densitate invenitur, potest nisi parvam admodum refractionem inducere; ergo tantummodo accelerare potest tantillulum radiorum ad eamdem objecti partem pertinentium unionem; nempe ut uniantur in retina.

PROPOSITIO II.

Theorema.

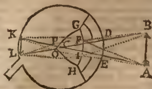
Imagines objectorum depinguntur in retinâ inverso situ.

Reclamabunt multi physici, qui potius suo sensu, quàm ex ipsa oculi conformatione, & refractionum legibus visionem metiuntur. Prima sit ratio ipsum experimentum, eodem enim modo quo objectorum imagines deprehendimus in retina depingi, eodem evincimus illas everso situ efformari, hoc est objecti dextri imaginem exprimi in sinistra retinæ parte, & sinistri in dextra, altioris in ima. Sed si oculus separatus ab animali præparetur, separenturque à retina adhærentes carnes, ut fiat diaphana, in ea videbis rerum imagines eversas: ergo tales sunt.

Sed præter experimentum, ostendo aliter fieri non posse considerata oculi figurâ, & partibus ex quibus coalescit, hoc modo.

Inverso situ in retina depingi debent objectorum imagines, si radii principales, & aut irrefracti aut saltem non multum refracti alternato situ ad retinam appellant: sed hoc accidit; igitur imagines inverso situ in retina depinguntur. Major hoc modo statuitur. Si imagines situ recto, & naturali in retina depingerentur, licèt radii principales inverso situ ad retinam appellerent, imago non pingeretur in iisdem partibus retinæ, ad quas radii principales objectorum pertingerent; quod est absurdum. Cum ad radios principales alii omnes accedere debeant; & per unionem radiorum ad idem objectum pertinentium vividiorem reddere imaginem & distinctiorem; esset autem confusissima nisi radii omnes ab eadem parte objecti emissi unirentur in eadem parte retinæ. Probatur autem prima minor. Sit objectum A B, sitque C centrum corneæ D E, seu superficiei convexæ aquei humoris. Intelliganturque emitti ex A, & B, radii AC, B C, qui incidant in superficiem D E, illi non franguntur; sunt enim perpendiculares; cum transeant per punctum C, centrum superficiei D E. Cum verò incident in F I, superficiem convexam crystallini, quæ est aut concentrica superficiei D E; ut probabilius est, aut saltem non multum aberrat, item cum

cum densitas crystallini non multum distet à densitate aquei humoris, aut nullam in punctis F &



I patientur refractionem, aut saltem insensibilem: sunt enim aut perpendiculares, aut ferè perpendiculares, quare adhuc procedent sensibiliter secundùm lineam rectam. Restat igitur videndum, utrum dum egrediuntur è crystallino, & ingrediuntur vitreum humorem adhuc frangantur. Primò si punctum C, esset centrum etiam superficiei GPOH, nullam refractionem paterentur; essent enim perpendiculares. (linea enim per centrum alicujus sphæræ ducta, perpendicularis est ad ejus superficiem.) Quod si C, non est centrum superficiei GPOH, debet quidem fieri aliqua refractio in punctis P & O, sed valde parva; quia crystallini densitas non multum differt à densitate vitrei humoris, & radii CP, CO ferè sunt perpendiculares; esset autem maxima refractio, si radios CP, CO, rursus ita uniret, ut se secarent antequam ad retinam pervenirent.

Quia tamen ista omnia non ita Geometricè demonstrari possunt, ut omnino convincant; quia debent pensari secundùm æstimationem aliquam, tam densitatis humorum, quàm figuræ eorumdem, quæ duo non ita exactè habentur, eandem propositionem stabiliam alia ratione.

Imagines objectorum (*per primam propositionem*) depingi debent in fundo retinæ, addo quod debeant esse distinctæ, & nullo modo confusæ. Hæc autem distinctio oritur eò quòd in eodem puncto retinæ, excipiantur plures radii ab eadem parte objecti emissi, & nulli alii. Si enim alii incidant in idem punctum retinæ, oriri confusionem necesse est. Sed radii omnes emissi ex puncto A, verbi gratiâ, non possunt uniri in punctum retinæ, si radii principales ACK, BCL, bis se intersecent, ut non inverso situ ad retinam appellant; ergo non bis se intersecant; sed tantum semel. Quare imagines depinguntur inverso situ. Probatur autem minor, impossibile est uniendo tres lentes quarum duæ sint convexo concavæ, ut sunt aqueus, & vitreus, & una convexo convexa, qualis est crystallinus, ut imagines objectorum erigantur; concavitas enim huic erectioni multum nocet, cum in refractione saltem à medio densiori ad rarius potius dispergat, quàm uniat radios. Rem experire, cura enim fieri phialas vitreas ejusdem figuræ cujus sunt humores oculi, easque si velis reple humoribus iisdem eductis ex uno, aut pluribus oculis bovinis; nihil unquam perficies ad erigendas, ut vocant species.

Ratio ulterior est, quia ut erigantur objectorum imagines, seu ut loquuntur alii erigantur species, non tantum sunt necessariæ duæ lentes convexo-convexæ, aut plano convexæ, sed etiam debent ab invicem distare duplici distantia sui foci. Cujus rei si velis experimentum aliquod facile. Sume præ manibus ea perspicilia quibus utuntur senes, immo convexissima, quæ cataractas vocant, (eò quòd iis aptissima sint, quibus cataracta ab oculis eruta est) eaque oculis admove; non ex eo quod nova refractio fiat; fiet talis radiorum decussatio, ut mutet situm imaginis in oculis depictæ, sed adhuc objectum videbis in situ naturali quo videbatur antea, licèt cum aliqua confusione. Quia hujusmodi perspicilia non sunt tuis oculis acommoda. Remove sensim ab oculis, eadem perspicilia; confundentur magis, ac magis objecta; donec ita confusa appareant, ut nihil omninò videas. Remove adhuc ulteriùs, incipient de novo videri objecta distinctissima, cum colore vivido, sed inverso situ. Experientia est communis, & quam fortè centies feci; immò quoties alicui seni volo seligere perspicilia hâc utor. Si enim ostendant mihi perspicilia, quæ sint ipsis perutilia, ea removeo ab oculo meo, donec videam objecta inversa, & noto eam distantiam. Deinde apud mercatorem experior, donec occurrant alia perspicilia, quæ in simili distantia objecta inverso situ repræsentent; quæ semper ipsis etiam perutilia sunt. Nam ut pedibus calcei certæ mensuræ competunt, ita & oculis perspicilia.

Ex qua experientiâ indubitatâ sic argumentor. Ut imago oculi mutet situm quem habebat, eò quòd objiciatur lens vitrea, requiritur certa distantia ab oculo. Si enim oculum attingat, non mutabitur situs. Sed humores oculi sunt contigui; igitur adjectio unius humoris, non potest mutare eum situm quem haberet imago si unicus esset tantum humor convexus. Sed si esset tantum unicus humor convexus, nempe crystallinus; imago pingeretur inverso situ in retina; ut in cubiculo clauso accidit; neque unquam unica lente objectorum imagines eriges: ergo etiamsi sint duo alii humores, præcipuè verò ejusdem ferè densitatis, & contigui, non poterit imago depicta in retina, habere alium situm quam inversum.

In quo notandum est dum lentem ita convexam oculo nimis admoves, non mutatur quidem situs imaginis; quia tamen acceleratur nimis unio radiorum, ad eandem partem objecti pertinentium; & post eam unionem rursus divaricantur, inde fit confusio: quia nempe in eadem parte retinæ appelluot radii ad diversas objecti partes pertinentes.

Aliam experientiam propono, ut ostendam fieri non posse, ut imagines objectorum in retinâ erecto situ distinctissimè depingantur. Assume duas lentes maximè convexas, hoc est quarum singulæ depingant objectorum imagines ad distantiam unius digiti inverso scilicet situ. Ut duabus lentibus easdem imagines erectas in charta habeas, debebunt in tubo ita collocari; ut tribus, aut quatuor digitis inter se distent, & tunc si objiciantur alicui objecto illustri, excipiaturque imago ad distantiam unius, aut alterius digiti; exprimetur imago erecta satis distinctè, in quo vides requiri maximam distantiam à prima lente ad ultimam, & ab

ultima ad chartam. Ita ut loco diſtantiæ unius digiti quæ requiritur, ut imago expreſſiſſimè depingatur in charta everſo ſitu, ut ſitu erecto exprimatur; jam requirantur duæ lentes diſtantia inter utramque lentem quatuor ferè digitorum, & adhuc diſtantia ab ultima lente ad chartam in qua depinguntur imagines, ſit duorum ferè digitorum. Unde jam charta (quæ vicem habet retinæ) remota eſt à prima lente ſex ferè digitis.

Et adhuc ſunt duæ lentes convexæ, inter utramque lentem eſt aër, ideoque fit tranſitus primò ab aëre ad primam lentem; à prima lente ad aërem valde diſſimilem in raritate, à vitro; ab aëre rurſus in ſecundam lentem; à ſecunda



lente rurſus in aërem. Ut ſi ſit objectum AB, à cujus ſingulis punctis A & B, mittantur radii AC, AD, in lentem CD, qui uniantur in F, item BC, BD qui poſt lentem CD uniantur in E; ſi charta eſſet in EF, in eâ depingeretur exquiſitiſſimè imago objecti AB inverſo ſitu. Si ad paulò majorem diſtantiam quam ſit EF alia objiciatur lens vitrea GK, apparebit imago erecto ſitu in LM, in quo vides diſtantiam CM, quadruplam eſſe diſtantiæ CE. Contendo autem in oculo ad hoc ut erigeretur imago, multò adhuc majorem requiri diſtanſtiam. Primò quia non ſunt duæ lentes convexæ. Secundò quia omnes humores ſunt contigui, & ſunt ejuſdem ferè denſitatis, nec ullus intercipitur aër qui cum valde differat à vitro quoad denſitatem, maximè confert ad quantitatem refractionis: ergo multò major requireretur diſtantia quam ea quæ in oculo invenitur, qui oblongus ad modum tubi eſſe deberet. Unde bene concludo impoſſibile eſſe, ut tribus lentibus compoſitis, eo modo quo ſunt humores oculi, unquam imagines objectorum in charta erigas præcipuè ſi illæ lentes ſint contiguæ, & charta non diſtet ab ultima.

In quo rideas aliquorum philoſophorum imperitiam, qui cum ſcirent radiorum unionem oriri ex refractionibus; tot volebant dari tales radiorum interſectiones ideoque tot mutationes ſitûs; quot erant refractiones. Cum verò in ſingulis humoribus, immò & in ſingulis tunicis duas admitterent, volebant depingi imagines ſitu erecto, quia numerus refractionum erat par. Nam prima refractio invertit (ut volunt) ſitum; ſecunda erigit; tertia invertit, quarta erigit, & ita deinceps. Mille rationibus evincitur eſſe falſum. Nam dum lentem convexam oculis propius admoveo video objecta erecto ſitu (quia inquiunt) refractiones ſunt pares. Dum eandem lentem ab oculis removeo, video objecta inverſo ſitu, cum tamē totidem ſint refractiones. Deinde unica lens convexa imagines inverſas depingit in chartâ, numerus tamen refractionum eſt par cum una fiat in egreſſu, alia in ingreſſu ipſius lentis: addo ſi ſecunda lens primæ admoveatur, imago adhuc erit inverſa, ſed minor, & charta propius admovenda erit. Immò ſi adhibeantur tres aut quatuor ante congreſſum radiorum: ſi verò duæ tantum adhibeantur lentes, ſed ad duplam diſtantiam primæ unionis, erigetur imago. Non ergo numerus refractionum id præſtare poteſt, ſed habenda eſt ratio diſtantiæ.

Quamvis apud Mathematicos nullus ſit locus objectionibus, cum nihil ſine demonſtratione in medium afferant: nulluſque propterea relinquatur dubitandi locus, illi qui demonſtrationem probè intellexerit: quia tamen verſamur in materiâ mixtâ, & non purè Geometricâ; ideò aliquid mihi in contrarium afferre liceat, ex cujus ſolutione nonnihil lucis huic materiæ affundetur.

Dices: Si imagines objectorum depingerentur in retina inverſo ſitu; objecta apparerent inverſo ſitu, ſeu ut tollatur omnis æquivocatio viderentur habere ſitum contrarium illi quem de facto habent, ſed hoc repugnat experientiæ; ergo & aſſertio noſtra. Probatur major. Eo modo apparent objecta, quo depinguntur in retina, ſed in retina depinguntur inverſo ſitu; ergo debent apparere inverſo ſitu. Si enim diſtinctè depingantur in retina, diſtincta apparebunt, ſi confusè confuſa; ergo ſi inverſo ſitu depingantur, inverſa etiam apparebunt. Hæc eſt præcipua ratio, quare multi totum ordinem iſtarum refractionum immutent.

Antequam reſpondeam unum quæro, an ea omnia quæ conveniunt imagini debeant convenire objecto, ſeu videri eſſe in objecto. Quod ſi hoc ſemel admittatur, multa concludam abſurda. Sic enim argumentor: Eo modo debent videri objecta quo depinguntur in retina, ſed depinguntur in retina intra oculum; ergo debent videri objecta eſſe intra oculum. Reſpondebis eam eſſe proprietatem viſionis, ut repræſentet objectum eſſe in alio loco, quàm in eo in quo ipſa ſit. Sicut intellectio aut actio imaginativa, hîc Camberii repræſentat mihi Turcam exiſtere Conſtantinopoli: neque enim fingere debemus, quaſi darentur oculi intra cerebrum, qui hanc in retina depictam imaginem videant, & propter ſimilitudinem, quam habet cum objecto, dicantur propterea videre objectum, ſic enim videretur objectum eſſe in eo loco in quo eſt hæc imago. Sed hæc imago apta eſt ad determinandam animam ad hoc ut eliciat actionem aliquam, repræſentativam objecti à quo producitur talis imago, ſed quò ad locum, ad repræſentandum illud ſecundum lineam rectam, ſecundum quam producitur hæc imago intra oculum, non autem ad repræſentandum objectum eſſe intra oculum.

Quod ingenioſiſſimo exemplo explicat, Carteſius nempe alicujus cæci utraque manu baculum tenentis, qui dum baculo prætentat iter, licèt recipiat tantum in manu preſſionem aliquam à baculo factam, diverſam quidem prout incurrit baculus in diverſa corpora, vi illius preſſionis non ſentit corpora illa eſſe in manu ſua, ſed in linea recta ſecundum quam baculum ſuum direxit: quam quidem reſponſionem admitto tanquam bonam, & quam neceſſariò puto debere fieri ab adverſario quamcumque tandem in his materiis opinionem ſequatur. Puto tamen eâdem reſponſione totam dilui, & ſolvi difficultatem. Et primò quidem eâdem reſponſione debet ſolvere quomodo licèt imago in oculo facta non ſuperet magnitudinem

unius

unius digiti, vi tamen illius videatur ingens palatium, & secundum magnitudinem propriam quam habet, quia (inquies) dum videt palatium oculus licet habeat imaginem parvam, determinatur tamen ad videndum illud objectum secundum lineam

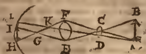


rectam, secundum quam imago in oculo depingitur; & cum videatur tale objectum cum aliqua distantia, quomodocumque tandem hæc distantia videatur, quod suo loco explicabitur, videtur cum sua magnitudine. Ut si cæcus noster utraq; manu baculum teneret, prætentaretque duo corpora magis dissita inter se quam sint ambæ manus, bene judicaret de distantiâ illorum corporum, & sentiret illa corpora distare inter se quatuor passibus, per duas impressiones in manibus factas, quæ tamen distatent inter se semipede.

Ponamus autem cæcum nostrum manu sinistra A, habere baculum AD, & dextra B, baculum BC, sed in crucem positos, bene judicaret de objecto C, sinistro per impressionem factam in manu dextra, & de objecto dextro D, vi impressionis factæ in manu sinistra C. Unde falsum est quod ad locum & situm eo modo videri objecta, quo depingitur imago; vi cujus illa videmus, cum adversatius etiam id cogatur dicere quoad locum, & magnitudinem, ego autem addo, & quoad situm: ergo imago inversa determinare potest ad videndum objectum esse rectum, sicut parva ad videndum magnum, & in oculo recepta ad videndum illud esse extra oculum, & duplex in utroque scilicet oculo recepta ad videndum unicum. Sed de hoc ultimo suo loco dicemus. Fateor quidem quod si imago in oculo fuerit confusa, non poterit distinctè videri objectum, ratio est quia si ego simul, & semel feriar à moltis, in eodem loco, impossibile est ut judicem ex qua parte fuerim percussus. Quis sit ex multis percussionibus unicus totalis impetus, & quia istæ percussiones supponuntur diversæ naturæ, non potest judicium ferri certum. At verò quod percussus in sinistra manu, sentiam me percussum à parte dextra, nullum est inconveniens.

Restat secundum dubium nempe modus quo aliqui tueri volunt imaginis istius erectionem. Dicunt enim radios à diversis objecti partibus emissos in pupillâ, quasi in foramine aliquo, intersecari, deinde chrystallino humore excipi longè post eam intersectionem, & vi chrystallini rursus uniri, antequam perveniant ad retinam, ideoque adhuc imaginem esse erectam.

Sed contra primò falsum est quod longè à pupilla positus sit chrystallinus humor, cum valde vicinus sit. Secundò non tantum requiritur ad imaginem perfectam, ut aliquis radius ab objecto emissus, incidat in retinam, sed præterea requiritur ut omnes radii ab eadem parte objecti emissi, in idem punctum retinæ confluant; alioquin non videbitur confusio. Fateor quidem quod si esset



objectum AB, & foramen C D, quod ut indivisibile sumeretur, possent transmitti duo radii A F, B E, se intersecantes in foramine, & incidentes in lentem FE, qui unirentur in G, & post intersectionem incidetent in chartam H I, ita ut punctum H pertineret ad punctum A & I ad punctum B, nego tamen propterea depingi unquã imaginẽ erectam, quod si aliquis id velit experiri non erit difficile. Facto enim foramine in fenestra alicujus cubiculi clausi, removeat quantum voluerit lentem convexam à foramine; nunquam tamen videbit imaginem erectam. Ratio est quia foramen non est indivisibile; ergo ex quolibet puncto objecti transmittuntur plurimi radii ad lentem, transmittitur ergo alius radius AD, qui frangetur, nisi sit perpendicularis, & unietur cum radio AF, in puncto K, & post unionem ab eo separabitur, ita ut numquam postea uniatur; debent autem inter radios AD AF, alii innumeri cogitari, qui pariter uniuntur in K; & post illam unionem in varia puncta lineæ HL incident: igitur tam punctum objecti A pingeret suam imaginem in L, quam in H, & in toto spatio HL. Idem intellige in puncto I; igitur nihil videbitur nisi lux confusa, cum in tota subjecta charta inveniantur radii pertinentes ad singula objecti puncta.

Dices iterum, Si hoc esset neque objectorum imago videri deberet, in cubiculo clauso, dum relinqueret foramen exiguum in fenestrâ, quod tamen est contra experientiam. Respondeo primò neque in tali suppositione apparere rerum imagines, sed tantum umbras, propter eam confusionem, nempe quòd omnes radii ab eodem objecti puncto emissi non uniantur in eodem objectæ chartæ puncto. Respondeo secundò minorem fieri confusionem si solum adhibeatur foramen quàm si adhibeatur lens vitrea post foramen, & charta non sit in puncto distinctionis. Ratio clara est quia dum per simplex foramen radii emittuntur, qui ad eandem objecti partem pertinent, non multùm à se recedunt, sed tantum secundum magnitudinem foraminis; immò in maximâ distantiâ objecti à foramine sunt physicè paralleli, & ostendemus hanc differentiam non esse notabilem, ita sol per foramen cujuscumque figuræ suam imaginem rotundam emittit, quod suo loco explicabitur. At verò si adhibeatur lens convexa, radios quidem ejusdem partis objecti unit in certâ, & determinatâ distantiâ, post quam unionem eos dispergit; ideoque omnimoda sequetur confusio si cum tamen in nudo foramine servetur aliqua distinctio. Atque de hac propositione modò satis. Reliquæ difficultates in decursu explicabuntur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Rationem reddere cur ita compositus sit oculus.

Suppono hic ab objectis sensum moveri ad sensationem producendam, cùm enim sensus sit indifferens ad quamcumque sensationem, debet ab objecto determinari. Certum est igitur ad præsentiam objecti sensus nostros aliquid percipere, quod antea nec percipiebant, nec percipere poterant; item adhibito quocumque obice impediti hujusmodi sensationem: ita clausis palpebris, aut interposito corpore opaco objecta non videmus, quæ priùs videbamus. Tertiò objecta validiora ad validiorem sensationem determinant: ita major ignis meliùs sentitur; vicinior meliùs quam remotus. Quæ omnia cum sint signa actionis alicujus ab objecto quomodocumque provenientis, nullus negare potest eam determinationem peti ab objecto sive sit propria efficientia, sive non; parum interest, sive id fiat medio lumine solo, ab objecto remisso, sive addatur aliquid aliud, sive lumen sit corpus quod nervum delicatulum impellat, aut pungat, sive eum lumine aliquid aliud producatur, parum interest, hoc non inquiro modò. Certum est objecta visibilia in oculum agere: ideò sentimus dolorem ab objectis nimis potentibus. Non determino item an emittantur ab oculis nostris aliqui radii, qui in objecta incidant, & redeant ad oculum (quod voluerunt aliqui ea antiquis) sufficiat modò, quod sine lumine nihil videatur, & adhuc non eum quolibet lumine sufficienter videmus; sed requiritur lumen emissum ab objecto ad oculum sive per reflexionem, sive tanquam ab objecto primario. Quod tamen ne aliquid sine evidenti experientia assumam, ita ostendo.

Primò etiamsi sit intensissimum lumen in medio, si tamen tale lumen in objectum non incidat, non videbitur objectum: ita dum non longè ab ostio cavernæ alicujus versamur, non videntur objecta, quæ in tali specu posita sunt etiamsi omnia exteriora, sint bene illuminata.

2. Etiamsi illuminetur objectum, lumen quodcumque aliud in medio receptum, & nullo modo pendens ab objecto, aut ab eo remissum non juvat ad visionem, sed ut plurimum illi obest, aut saltem inutile est. Inutile erit si ad oculum non perveniat; ut lumen solis in aëre intermedio extra umbram terræ receptum, non meliùs ostendit stellas, sed inutile est ad talem visionem: ita si de nocte objectum aliquod probè illuminetur, & transeant per interjectum aërem quam plurimi radii luminosi, objectum melius non videbitur. Nocebit autem lumen aliunde proveniens si in oculos incidat, ita solis radii oculos perstringunt. Ita dum videntur rerum imagines in cubiculo clauso si aliunde quam per foramen lux aliqua affulgeat obliterabuntur.

3. Etiamsi objectum illuminetur, non tamen videbitur, si lumen ab objecto remissum, in oculum non incidat: etiamsi speculum lumen solis directè excipiat, vix videbitur speculum, nisi versemur in radio reflexo; speculum enim apparebit esse nigri coloris. Neque dicas etiam stellas videri, quas credibile non est emittere aliquid luminis, per totum medium, cum nulla vi illius lumina objecta videantur. Respondebo enim falsum esse nihil luminis à stella emitti, & referam indubitatam experientiam. Exposui non semel stellis lentem convexam satis magnam, & notavi in charta multum luminis colligi, nempe in puncto foci, esto non possint aliis videri objecta: cum enim ut videantur objecta deberet lumen à stellis emissum usque ad objecta, & ab iis ad oculum remissum, esse sufficiens ad movendum oculum, sed dum hoc modo reflectitur debilius est, quam si directè excipiatur ab oculo; ergo licèt lumen à stellis emissum sit sufficiens ad movendum oculum si directè ab eo excipiatur, non tamen poterit eundem oculum movere, si ab objectis reflectatur, nisi dum reflectitur à speculo levi & polito, scabrities enim objectorum multum imminuit & dissipat radium.

Ex quibus concludo necessarium esse ut lumen ab objectis, aut directè, aut reflexè, aut refractè emissum, incidat in oculum, & quo majus erit illud lumen, eò major erit & potentior sensatio, sive cum illo lumine aliquid aliud producatur sive non.

Quibus positis sic ostendo rationem propter quam necessarius fuerit crystallinus humor; nempe ut per illum, objecta potentiùs agerent in retinam. Sicut enim sol potentiùs agit per lentem vitream convexam, quam si per simplex medium suum radium transmitteret, simili modo singulæ objecti partes potentiùs agunt in fundum oculi, trans crystallinum humorem, quam si per liberum & unicum medium suam actionem transmitterent; eò quòd radii à singulis objecti partibus emissi, colligantur in eadem parte retinæ. Secundum quod requirebatur ad perfectam visionem est distinctio, hoc est ut singula objecta singulas organi partes determinandas suscipiant; si enim singula objecta in singulas retinæ partes agant easque feriant, ut ita dicam, & pungant: impossibile erit ut distinguat à quo feriatur & pungatur, præcipuè si omnes illæ affectiones sint diversæ naturæ. Necessaria igitur fuit lens crystallina, ut singulis objectis diversas partes organi feriendas assignaret & attribueret. Nam si organum visûs patuisset omnino, objecta singula æqualiter in singulas ejus partes egissent, unde non poterat magis vitari confusio, quam cum excitato tumultu, à conferta multitudine, nous idemque sine ullo ordine verberatur. Si verò tantum per foramen aliquod suas objecta transmisissent actiones, vel foramen illud exiguum foret, vel satis amplum; si primum invalida fuisset cujusque objecti actio, dum per unicum tantum radium singulæ ejus partes in organum egissent. Si verò fuisset satis amplum, non fuisset vitata confusio, quælibet enim pars objecti in plures organi partes egisset, & consequenter plures objecti partes in eandem partem organi. Igitur appositè concinnata fuit lens crystallina, quâ objecta singula in diversas objecti partes etiam per plurimos radios agerent, fieretque simul & actio validissima, & simul distinctissima.

Aqueus humor licet absolutè non videatur necessarius, (cum in experimento communi supra relato) unica lente vitreâ totum absolvamus negotium; nihilominus inutilis non est, cum in eo jam inchoëtur aliqua refractio, multumque conferat

ferat ad unionem radiorum ad easdem partes objecti pertinentium. Deinde fuit necessaria uvea perforata, cujus foramen coarctari & dilatari posset, ne nimia objectorum actio organo noceret, & ut ita dicam combureret: tam enim benè potest sol medio crystallino humore comburere retinam, ac comburit alia corpora, dum eius radii lente vitrea colliguntur. Quare dolor aliquis, immò & si attentiùs & dio respiciatur, aliqua cicatrix, quæ per aliquod tempus perdurat, redditque inutilem eam partem retinæ ad percipienda alia objecta, propter duritiem illam & callum quem obduxit: eo modo quo dum cibis formaliter calidioribus alicujus comburitur lingua; non potest tam facilè sapores percipere. Debuit igitur author naturæ huic malo providere, nveamque crystallino obducere, perforatam quidem, ne radios luminis prohiberet, cujus tamen foramen coarctaretur, quoties nimium luminis immittendum foret, esfetque periculum ne organo noceret; & dilatari dum lux modica affulgeret, ut pluribus radiis aditus pateret, & consequenter produceretur majus lumen in organo. Ut autem facilior esset motus uveæ, debuit alicui humori innatare, ne nimia siccitate corrugaretur, redderetur que inutilis ad talem motum. Hic autem motus liber non est, sed ubi nimia lux ad oculos appellit suapte sponte pupilla sensim coarctatur; aperitur autem & maximè biat in tenebris, quod notate possumus in alienis oculis, si ipsis propiùs accensam facem admoveamus. Non distat uvea à crystallino, quia talis distantia nociva potiùs quam utilis foret: si enim distantia esset notabilis, plerorumque objectorum radii tantum obliquè in crystallinum inciderent; qui minus essent apti ad efficiendam visionem. Non tamen uvea immeditè adhæret crystallino, quia non haberet motum liberum. Aqueus humor modicus est, ut videatur tantum esse factus ad uveam continendam. Nihil dico de cornea, quæ ad continendum aqueum est facta, durior est aliis membranis, & tunicis, ne tam citò ab incurrentibus corporibus læderetur. Omitto palpebras & cilia, quæ potius ad tutelam & cautionem erunt apposita, quàm quod ad visionem aliquid conferant. Aranea totum vestit crystallinum ne diffluat & cum aliis confundatur aut suam amittat figuram.

Quia experimur post lentem vitream non tam citò radios à sole, aut à singulis objecti partibus emissos uniri, sed postquam in lente vitrea ita refracti sunt ut ad se invicem convergant; necessarium esse aliquod spatium, ideò pars organi in qua depingerentur objectorum imagines, debuit distare à crystallino, proptereaque retina non est illi immediata, sed locum habet in centro, & ab eo ferè æqualiter undequaque distat.

Atque ut eam distantiam semper servaret, nec proprio pondere subsideret; plena est humore vitreo, quo bumectaretur, redderetur que aptior ad impressiones objectorum excipiendas. Est item nervus opticus ut daretur consensus aliquis inter oculum & cerebrum, & visionem sequeretur actio imaginationis. Cæteras partes ad motum necessarias hic omitto.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

In qua parte oculi fiat visio.

Quamvis hæc propositio potiùs ad physicam, quàm ad mathesin pertineat, quia tamen sine nostris principiis in hac materia cæcutit physica, nostrisque principiis positis & benè intellectis facilè sequitur hæc propositio, ideò jure merito hanc examinandam censui. Id unica propositione facio quod alii libris integris peragunt; res enim meo judicio ita facilis est, ut non tot tricis egeat ut probetur.

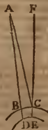
Dico Retinam esse proprium visionis organum, seu quod idem est radios luminis ad retinam appellentes animam determinare ad visionem in retina eliciendam; & antepositos humores esse quasi conditiones requisitas, ut radii sive luminis sive specierum visibilium, possent appositè ad retinam appellere ad visionem in ea faciendam; quam assertionem duplici ratione demonstro, quantum patitur materia physica. Prima positiva est, secunda negativa, per rejectionem aliarum partium. Non est autem hæc propositio eadem ac prima, & secunda, quæ tantum probarunt eo modo depingi in retina objectorum imagines, quo depinguntur in charta in phænomeno cubiculi clausi; quidquid tandem sint hæ imagines quæ in charta apparent. Certum autem est in charta has imagines non esse visionem, seu actionem vitalem, cum nulla talis in charta admitti possit: has ergo imagines prima & secunda propositione in retina depingi ostendi, hic præterea ostendere conabor, si quæ datur actio vitalis perceptiva rerum visibilium quam vocamus visionem, hanc in retina produci.

Probatur primò. Illud est proprium visionis organum, quod magis appositè potest determinari ab objectis ad visionem eliciendam; sed talis est retina, ergo retina est proprium visionis organum. Major videtur mihi certissima; cùm enim debeat objectum coagere cum ipso organo; ut volunt aliqui, vel emittere aliquid, quod per seipsum formaliter determinet animam ad suam actionem eliciendam: si in aliquo organo ita recipiatur impressio facta ab objecto, ut sit aptissima ad faciendam talem sensationem, & aliunde organum illud sit capax talis actionis; puto nullum illo meliùs constitui posse organum in quo talis actio producatur. Probanda igitur restat mihi minor. Primò retina seu retiformis tunica, tota contexta est ex nervulis, immò videtur esse pars nervi optici, seu nervus opticus productus; ergo ex se capacissima est talis operationis; seu visionis, nempe ut sentiat objecta. 2. Illud organum maximè potest determinari ab objectis in quod & potentissimè agunt objecta, & sine ulla confusione: sed talis est retina in qua (*per primam hujus*) distinctissimè depinguntur objectorum imagines, ita ut agant singulæ partes objecti in singulas retinæ per unionem plurimorum radiorum, ideoque potentissimè. Unde concludo ineptè fuisse concinnatum oculum, si in eam partem potentissimè agerent objecta, in qua omnis talis

actio inutilis esset ad visionem; sed actio objectorum in retinam inutilis esset ad visionem nisi fieret visio in retina, si enim assignetur aliqua alia pars in qua fiat visio, in eam potentissimè deberent agere objecta, & non in retinam.

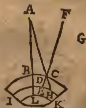
2. Argumentum negativum est. In nulla parte ante ipsam retinam posita, in nulla post retinam fieri potest visio; ergo vel nulla est, vel fit in retina non in parte aliqua post ipsam retinam positâ, quia retina diaphana non est, nec potest transmittere radios ab objectis emissos ulteriùs. Non etiam in parte anteriori; quia si fieret visio in parte aliqua anteriori, inutiles essent partes posteriores: neque diaphanæ esse deberent, & transmittere ulteriùs luminosa radios. Quod ut meliùs, & certiùs exequamur; percurramus singulas oculi partes, ut videamus quid incommodi sequatur si in iis statuatur visio: prima quæ occurrit est cornea, in quâ contendo fieri non posse visionem. Primò quia esset maxima confusio, quælibet enim objecti pars in quamlibet corneæ partem agit; cùm à qualibet objecti parte ad singula corneæ puncta duci possit linea recta; ergo inconditè, & nullo servato ordine determinaretur ad visionem. Secundò quælibet objecti in singulas corneæ partes per unicam tantum lineam agunt; ergo cum maxima debilitate. Tertiò dum adnascitur alicujus oculis cataracta, hæc non tegit corneam, sed tantum obturat pupillam, seu foramen uveæ, & tunc nihil prorsus videtur, videretur autem aliquid si cornea esset proprium visionis subjectum. Nisi dicas obturatâ pupillâ impediri spiritus animales, qui necessarii sunt ad visionem. Sed contra, cornea etiam demissâ tali cataractâ benè nutritur, nec ullo modò apparet immutata: ergo haberet etiam sufficientes spiritus animales. Deinde spiritus animales non sunt lucidi, ut egeant medio diaphano ad hoc ut transmittantur à nervo optico usque ad corneam. Denique extinguerentur illi spiritus si transmitterentur à nervo optico in corneam per tres humores. Quartò inutiles essent alii humores, & tunicæ. Quintò alicui perforata fuit cornea acu, & asseruit se eam acum vidisse. Sextò si per duo foramina res eadem spectatur, non semper neque in omni situ apparebit geminata; sed semper appareret geminata quoties duo radii ab eodem objecto per duo foramina emissi corneam attingerent, quod tamen est falsum. Si enim dicas quod etiamsi sint duo radii diversas retinæ partes attingentes, quod unicum tantum objectum ostendant, quia ab eodem objecto procedunt. Sed contra si objicias chartam in certâ distantia, perforatam duobus aut tribus foraminibus in aliquo situ inferiùs applicando, videbitur duplex, aut triplex objectum pro numero foraminum; sed in tali casu hi radii ab eodem objecto emittuntur; ergo non sufficit radios ab eodem objecto emitti, ad hoc ut unicum & non geminatum objectum videatur.

Multò minus fit visio in cornea, ita ut radius qui in corneæ profunditate recipitur sit visorius, & determinativus potentiæ ad videndum. Sit enim objectum A, emittens duos radios in corneam BC, nempe radios A B, A C, sitque A B perpendicularis, & consequenter irrefractus. Sit autem alius radius AC obliquus, qui cum à medio rariori nempe aëre, incidat in corneam, frangetur ad perpendicularem (*per suppositionem primam*) Frangatur ergo in CE, & radius E C, producatur secundum lineam rectam in F. Si radii BD, CE essent visorii; hoc est essent ii qui ultimò



determinarent organum ad videndum, videretur objectum A, secundum lineam EC, ergo videretur etiam in F: neque enim oculus videt objectum nisi secundum ultimum radium quem recipit, alioquin res per speculum reflexè visa non videretur esse in speculo; sed in suo proprio loco, quod tamen falsum est.

Secunda pars oculi quæ occurrit est humor aqueus, sed neque in illo fieri potest visio. Primò quia nullus humor est ad sentiendum aptus; cum neque sit nervus neque aliquid hujusmodi, nimia enim mollities est ad sentiendum inepta: deinde probabilius est humores non animari. Secundò in eo humore est adhuc confusio radiorum, hoc est à pluribus objecti partibus ad idem punctum aquei humoris duci possunt lineæ rectæ. Potest item fieri difficultas superius proposita circa corneam: cum enim cornea, & aqueus humor non multum differant, radius qui frangitur in cornea rectà procedet in aqueo; atque adeò objectum geminatum, & in duobus locis appareret. Ut si

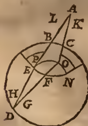


punctum A duos radios emittat in aqueum humorem, nempe radios AB, A C, primum perpendicularem, & irrefractum, secundum verò obliquum, & consequenter refractum in puncto C. Si aqueus humor, & cornea sint ejusdem densitatis, non rectà procedet in H, sed frangetur in DE, & objectum videbitur secundum lineam E D, ergo in puncto F. Quod si humor aqueus fuerit densior quam cornea, adhuc fiet alia fractio ex eadem parte, ita ut radius DE productus, magis vergat ad partes G; ergo adhuc in tali casu objectũ per duos illos radios visum geminatum, & in locis A, & G videbitur. Si denique aqueus humor dicatur esse minus densus quam cornea, quia majorem habet densitatem

densitatem quam aër radius CD, frangetur in H, non tamen ita ut radius H D, coincidat cum A C, quia ad hoc necessarium esset, ut tanta esset differentia quoad densitatem inter corneam, & aqueum humorem, quanta est inter aërem & corneam, ut restitueret radium in pristinum statum.

Quæ ratio etiam valet ad probandum araneæ portionem anteriorem qualis est I K non esse sedem visionis.

Probatur item alia ratione radii AC,AB, emissi ab eodem objecti puncto A, licet jam inter se accedant, propter refractionem in puncto C factam; non tamen adhuc uniuntur in anteriori parte crystallini, seu in aranea; ergo si aranea esset visionis organum, idem punctum A, afficeret duas partes organi nempe punctum L, & punctum H: ergo non vitaretur confusio. Probatur antecedens ex ipsa aquei humoris figurâ, quæ non adæquat medietatem unius Sphæræ: ergo non potest unire radios ad idem objectum pertinentes. Consequentia patet; Si habeas lentem vitream convexo-concavam,aut etiam plano-convexam,nunquam in ejus superficie poteris radios solis unire; sed in aliqua distantia. Quo argumento etiam probo neque in crystallino; neque in araneæ alia parte, neque in toto vitreo humore fieri posse visionem. Quæro enim quid requiratur, ut aliquod objectum licet unicum in se geminatū appareat. Certum est enim aliquando tale apparere,nempe ut duo radii ab eadem parte objecti emissi, duas diversas partes organi in quo fit formalis visio feriant, & insuper hi duo radii producti versùs objectum non conveniant; sed sive ponatur visionis organum esse crystallinus, aut illum ambiens aranea,sive statuatur vitreus humor hæc duo inveniuntur, nempe quod in illius duas partes distinctas incidant radii ad eandem objecti partem pertinentes, & insuper producti versùs objectum non conveniant inter se, nec ostendant objectum esse in eodem loco: ergo omne objectum non dico duplicatum, sed multiplicatum videri deberet.



Sit enim objectum A, radij incidentes in oculum AB, A C, quos ostendimus tantùm uniri in retina in puncto D, si statuatur organum visionis esse aranea E F N. Dico fore ut duplex videatur objectum A. Quid enim requiri potest, ut objectū A, videatur duplicatum, nisi hæc duo nempe ut afficiat duas partes organi, seu puncta E,F, & ita eas afficiat, ut non possit oculus sentire eas duas affectiones prodire ex eodem loco, sed etiam hoc postremum invenitur: nam si producerentur radii EP,FO,non inciderent in punctum A, sed EP, in L, & FO in K; ergo sentit oculus se percuti in E ex loco L, in F ex loco K, igitur geminatum deberet apparere objectum A, quod est contra omnem experientiam. Quod argumentum convenit etiam vitreo humori.

Quare restat sola retina, quæ sit formale visionis organum, nempe in quo vitatur omnis omnino confusio, cum unicum illius punctum verbi gratia D, ab unico tantum objecti puncto A, feriatur & pungatur.

Restat tamen una difficultas; nempe contendunt aliqui in alia tunica retinam vestiente fieri visionem. Hoc persuasi argumento.

Si visio fieret in retina, fieret in omnibus ejus partibus, fierique non posset,ut objectum oculo objiceretur, & non videretur: sed fieri potest, ut objectum objiciatur oculo, & non videatur, si nempe ejus imago incidat in eam partem retinæ, in quam inseritur nervus opticus. Probatur autem minor experimento.

Ponantur tria objecta distantia ad invicem semipede, sintque maximè visibilia. Sit unum objectum maximè ad lævam voceturque A, sit intermedium B, & C, maximè ad dextram. Respice uno tantum oculo, objectum A, ita ut oculus in illud intendat, seu sit in axe optico,videbis tamen alia duo objecta, licet non ita distinctè. Recede sensim intendendo semper in objectum A, quod supponitur esse ad lævam: accidet ut non videatur objectum intermedium B, licet videatur objectum C quod maximè est ad dextram: ergo signum est esse in organo visûs aliquam partem, quæ non sit visiva. Sed si fieret in retina, illud objectum videretur, verè enim ejus imago in partem aliquam retinæ incidit. Quare debet assignari alia tunica retinam vestiens, seu choroïs pro organo visus, nam ea in medio est perforata, qua parte inseritur nervus opticus, in quem locum dum incidit imago objecti, mirum non est si videri non possit cum in tali loco deficiat.

Respondeo parum interesse an præcisè in ipsa retina, an choroïde quæ pars ejus dici potest fiat visio:quamvis etiamsi retina sit visionis organum, poterit fieri, ut qua parte ei inseritur nervus opticus, non sit satis tenuis, & sensibilis, ut sensationem eliciat. Concludo ergo ex eo experimento, aut esse aliquam partem retinæ quæ non sit apta ad videndum, nempe ea pars cui inseritur nervus opticus, aut quod in choroïde,ipsam vestiente, & quæ propterea aliqua ejus pars dici possit fiat propriè visio, quod meæ assertioni contrarium esse non censeo.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Objectum licèt per plures radios in eadem parte retinæ collectos visum, unicum apparet.

Attingo hîc difficultatem satis magnam,& quæ meo judicio, sola est quæ nonnihil negotii potest facessere. Hæc autem ita moveri potest. Si visionis organum nempe retina potentissimè movetur ab objecto, eo quod eadem pars retinæ pluribus radiis ab eodem objecto prodeuntibus feriatur, & pungatur: objectum multiplicatum apparere deberet, toties nempe quot radii eam partem retinæ attingunt;

attingunt: sed hoc est manifestè contra experientiam: ergo doctrina superiùs tradita nequaquam potest subsistere. Probatur major, objectum tunc multiplicatum apparet cum videtur esse in pluribus locis; sed deberet videri esse in pluribus locis; ergo multiplicatum apparere deberet. Major est certa; si enim videatur esse in pluribus locis non poterit non apparere multiplicatum. Minor ita probatur; oculus videt objectum esse in eo loco, ex quo sentit se affici, & ut ita dicatur pungi; sed sentit se pungi ex pluribus partibus à radiis ad idem objectum pertinentibus; nam sentit se affici ex ea parte, ex qua radii ultimi ipsum ferientes procedunt, & ad ipsum appellunt. Sed ad idem punctum organi sentientis, nempe retinæ, radii ad idem objectum pertinentes appellunt ex diversis partibus, ergo debet videre objectum esse in diversis locis. Id clarum est ex



figura in qua punctum D retinæ attingitur pluribus radiis ab eodem objecto A prodeuntibus, nempe radiis ED, FD & aliis innumeris, qui inter illos excogitari possunt: radius autem ED, procedit quasi ex puncto L, & radius DF ex puncto K. Igitur punctum A, debet simul apparere in K & L, immò & in toto spatio LAK. Si enim solus esset radius DE, videretur tantum in L, si solus DF, videretur objectum A esse in K: ergo si inveniantur duo radij ED, DF, videbitur simul in L & K. Confirmatur tota hæc ratiocinatio. Videmus eâdem usi, ut probaremus visionem non fieri in crystallino, aut vitreo; v. g. non fieri in punctis E, & F, quia videlicet idem objectum A, videretur esse in radio FO, & in radio EP, qui duo radii cum inter se non conveniant versus A, repræsentabunt objectum esse in duobus locis.

Duplici aut triplici viâ nodum hunc solvam. Priorem modum afferam tantùm animi gratiâ, neque enim eum omnino solidum puto, propter instantiam validam cui non satisfacit; ad eum tamen intelligendum volo cogitari radios luminis quasi aliqua corpora retinam impellentia, & in ea motum aliquem localem producentia. Quod intelligentiæ tantum causâ dictum velim, licet hoc velint aliqui esse ad mentem Aristotelis accommodatum, asserentis visum esse speciem tactûs. Sicut ergo bene sentimus dum aliquis nos impellit, & in nobis producit impetum, multò melius, si id etiam cum aliqua divisione fiat, ita posset aliquis non omnino quoad hoc propugnare radios luminis ab objectis reflexos, & in oculum emissos, impellere, pungere, & vellicare retinam; sed quidquid sit de hac opinione mihi liceat intelligentiæ causâ prosequi eandem methodum.

Certum est, & indubitatâ constat experientiâ, quòd si res eadem impellatur duplici impulsu non quidem omninò contrario; quod aut unicus producetur impetus, aut quod idem est, duo unico, &



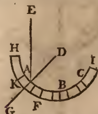
eidem æquivalentes. Sit enim globus A, qui simul duobus baculis CD, EF, impellatur, motus qui producitur erit secundùm lineam AB, idemque producetur impetus, ac si impelleretur globus A, secundum lineam GI. Unde concludo quòd si globus A, animatus esset, & in eodem puncto I, simul impelleretur duobus baculis EF, CD, eandem prorsus impressionem sentiret, ac si impelleretur secundum lineam GI, quod ut oculo applicetur, cum impellitur punctum D retinæ, penultimæ figuræ duobus radiis ED, FD, idem producetur impetus, ac si impelleretur aliqua pulsione intermedia, nempe eâ quæ ex puncto A, rectâ perveniret ad punctum B. Vel si velis cogitare radios unitos immediate antequam retinam attingant, punctum illud aut minimum sensibile luminis impulsum à duobus radiis ED, FD movetur motu intermedio sicut globus A, supra descriptus; & unicum in retina producit impetum, secundùm lineam aliquam intermediam, id est quæ velut ex puncto A procederet. Hic tamen ultimus modus subsistere nullatenus potest, quia sequeretur quod duo radii luminosi post unionem in unum eundemque coalescere deberent quod est manifestè contra experientiam.

Contra hujusmodi modum explicandi est manifesta instantia, cui vix puto responderi posse, si in ea explicatione præcisè sistatur. Sequitur enim quod intercepto radio AC; & consequenter radio DF, ita ut solus remaneat radius DE, videretur moveri objectum, sed hoc nemo experitur. Si enim per duo foramina ita objectum aliquod respicias, ut non appareat geminatum (neque enim in omni casu, & situ geminatum apparet) si (inquam) intercipiatur unus radius, non apparebit objectum mutare locum. Sed si hæc explicatio valeret, id accideret, nam tunc non produceretur aliquis impetus, aut motus mixtus, ut si globus propositus A, non ampliùs impelleretur duobus baculis FE, CD, sed sisteretur alteruter, nempe CD; globus A non amplius moveretur secundùm lineam AB, sed secundùm lineam AH. Pariter si punctum D, impulsum duobus radiis DE, DF repræsentat objectû in loco aliquo intermedio, intercepto radio DF, non amplius repræsentabit objectum in aliquo loco intermedio; sed tantum sentiet se pungi ex puncto L.

Secundus modus magis probabilis, & satis bene explicans, ea quæ in oculo accidunt, est iste, nempe quodcumque punctum retinæ, aptum esse ut moveatur secondùm perpendicularem, ita ut aliæ partes retinæ impediant quominus moveatur secundùm aliam lineam, quod ego explicarem exemplo fornicis cujus singuli lapides, ita dispositi sunt, ut loco moveri non possint, nisi secundùm lineam perpendicularem, seu per eorum illius ductum.

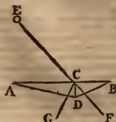
Sit

Sit enim fornix ABC, cujus D, centrum est, si lapis A, impellatur per lineam EA, non movebitur secundùm illam, huic enim motui resistunt lapides vicini, sed movebitur secundùm lineam AG, cùm hæc sola motui relinquatur via; ergo eodem modo movebitur ac si impulsio ex centro D procederet. Unde omnis impetus in iis lapidibus productus, eundem effectum producet, ac si ex puncto D procederet.



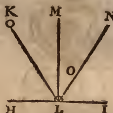
Quod ut materiæ nostræ applicetur, favet maximè huic explicationi aliquorum opinio, qui dicunt totam retinam compactam esse ex nervulis non quidem extensis; sed quorum fibræ omnes centrum retinæ respiciant, eo modo quo in figura vides lineolas esse ductas.

Venit etiam mihi in mentem alia ejusdem principii explicatio, non considerando retinam per modum fornicis; sed per modum, alicujus chordæ flexibilis, aut corporis alicujus contexti ex hujusmodi nervis flexibilibus, flexibilem autem nonnihil esse retinam, ostendit satis materia. Dicitur enim retina, seu retiformis tunica, quod nervulis hoc modo extensis constet. Si autem impellatur chorda extensa, inflectetur non secundùm lineam quâ impellitur; sed secundùm eam lineam secundū quam est facilior motus. Est autem facilior motus, ut pars A, secundùm lineam AG, moveatur quam secundùm quamcumque aliam; ergo movebitur secundùm lineam AG, quocumque impetu impellatur. Probo autem faciliorem esse motum secundùm lineam AG: Si moveretur pars A, secundùm lineam AF, huic motui resisteret pars retinæ AH. quæ nimis extenderetur; item pars retinæ ABC, quia ejus partes nimis comprimerentur; motui autem AG. nulla resistit, aut saltem non ita resistit. Quæ explicatio confirmari potest aliis exemplis. Sit enim funis A B extensus, & firmiter annexus in punctis A, & B, incidat in eum globus E, sed oblique:



quo casu; anne propterea movebitur secundùm lineam EC, productam; haud dubiè non ita fiet; sed tantum secundùm lineam CD, resistente priori motui lineâ AD, quæ tantum extendi non potest: quâcumque ergo tandem lineâ incidat globus E, in punctum D, semper eodem modo inflectetur. Ratio est quia ad motum quemcumque alium, vel resistit segmentum AC, quod nimium extendi deberet, si nempe punctum C, moveri deberet secundùm lineam CF item resisteret motui segmentum CB, si punctum C, moveri deberet secundùm lineam CG, quia tunc nimium extendi deberet.

Nonnullos vidi qui ita explicarent, dicerentque quod quoties sentitur impetus impressus ab aliquo corpore, nisi fiat divisio corporis, neque multùm moveatur corpus percussum, quod (inquam) sentitur ille impetus secundùm perpendicularem, ita si alicujus frontem percuterem, quæ sit, v.g. HI, quomodocumque percutiatur non sentietur ex qua parte fiet percussio, sive percutiatur secundùm perpendicularem ML, sive obliquè, modò HI, non multùm introrsum moveatur, nec corpus impellens, multum penetret intra profunditatem corporis HI. Quod adhuc volunt magis verum esse si corpus impellens sit sphæricum, ut si impelleretur ex puncto K globus secundùm lineam OL, eandem impressionem faceret, ac si ex puncto M, demitteretur. Ratio est quia superficies HI; non sentit motum KL, nisi quatenus illi resistit, sed non resistit motui KL, (composito ex perpendiculari seu verticali ML, & ex horizontali HI) prout horizontalis est, hoc est prout defert mobile K ex H in I, sed tantùm prout illud defert ex K in H; seu ex M in L; ergo quomodocumque deferatur globus K, in punctum L, sentiet illum motum, præcise quatenus perpendicularis est. Quod confirmo experientiâ communi, simus duo in eadem navi, quæ feratur ab oriente in occidentem, simque respectu alterius ad plagam Septentrionalem; ille ad meridionalem, oppositi nempe secundùm latitudinem navigii, & immittat pilam quæ me feriat. Realiter motus illius pilæ compositus est, ex motu ab oriente ad occidentem, & præterea ex motu à meridie ad Septentrionem, ego tamen nullo modo patiar ab ea pilâ, quatenus fertur ad occidentem, quia illi motui non resisto, eò quòd simul ferar in occidentem; pariter quis superficies HI non resistit motui illius globi prout horizontalis est, cum ipsa superficies etiam horizontaliter feratur, aut extensa sit, sentiet illum ictum tantùm quatenus habet de perpendiculari; ergo eodem modo sentiet globum delatum per KL, ac per ML, nisi quod forsitan ictus erit major in uno, quàm in alio, sed loquimur tantum quod sentiat ex qua parte feriatur.



Qui nolet ita philosophari, nec respicere sensum visûs ad modū alicujus tactûs, hanc habeat explicationē. Supponatur retina non esse omnino opaca, sed habere aliquam diaphaneitatem; supponatur item

item majorem habere densitatem quam humor vitreus; quibus positis facilè in multis explicabo, quomodo licèt objectum videatur per plures radios, hoc est fiant duo coni contrapositi quorum eadem basis nempe oculus; vertex unus in objecto alter in retina, nihilominus unicum appareat objectum in linea recta à puncto illo ad objectum, aut ab oculi centro ad idem punctum quod idem est.

Sit objectum A, emittens per pupillam, & crystallinum radios AB, AC, qui uniantur in eodem puncto retinæ D. Producti autem rectâ in crassitie retinæ incidant in E & H, ducatur per punctum D perpendicularis DG, certum est quod frangentur illi ambo radii ad perpendicularem DG, (*secundùm suppositionem primam*) Licèt autem omninò mathematicè non conveniant cum perpendiculari, physicè tamen cum illa conveniūt. Cum ergo radii BD, DC non sint in organo in quo fit visio, fit enim (*per 3*) in retina, sed tantum radius DG, aut duo cum illo physicè convenientes; videbitur objectum secundùm lineam GD, nihil enim sentire potest oculus, nisi secundùm id quod in proprio organo visûs reperitur. Ergo videbit objectum in linea GD, sed linea GD, producta transit per F, centrum retinæ; quod probabiliter est etiam centrum aliorum humorum. Ergo videtur objectum in loco suo proprio, licèt videatur etiam per radios obliquos, cum illi radii obliqui coincidant sensibiliter cum perpendiculari.

Atque sunt isti modi quibus explicatur hæc propositio, quæ est fundamentalis in toto hoc negotio, & quâ suppositâ facilè multa alia explicantur. Fuit proposita in ratione dubitandi aliqua confirmatio quam sine solutione relinquere non debeo. Nempe quod videamur usi eo argumento, quod solvimus ad probandum visionem non fieri in crystallino, aranea, aut vitreo, hoc est quod visio puncti A non fiat verbi gratiâ in B & C crystallini; quia cum radii BK, CI, partes distinctas crystallini attingant, & producti rectâ non respiciant punctum A; impossibile est ut oculus vi illorum videat unicum objectum. Licèt enim duæ organi partes impulsæ duabus pulsionibus ex diversis partibus factis non possint, ut ita dicam judicare, se impulsas esse ab eodem objecto, eadem tamen pars impulsa duobus radiis propter dispositionem ad unum tantum motum, unico tantum motu moveri potest, & consequenter eodem modo, ac si unica fuisset pulsio. Igitur aliter philosophandum est de unica parte retinæ à diversis radiis impulsa; aliter de duplici parte impulsa duabus pulsionibus, quæ nullo modo videantur venire ex eodem objecto propter refractionem jam præsuppositam. Dico ergo fieri posse, ut eadem pars retinæ simul percutiatur à duobus, judicet tamen ut ita dicam se unica percussione percussam; fieri autem non posse, ut duæ partes impetantur duabus pulsionibus, quæ diversa respiciant loca, judicent tamen se ab uno eodemque objecto percussas. Dixi quæ diversa respiciant loca, duo enim oculi nunc unum vident objectum, quia ut ostendam infra eum de duobus oculis, licèt duplici visione videant idem objectum, illud nihilominus in eodem loco vident, atque adeò non geminatum, hoc est impetuntur duæ illæ partes duabus pulsionibus, quæ fetant in eundem objecti locum.

Hanc autem difficultatem videtur attigisse P. Skeinerus dum percurrens refractiones, quas patitur quilibet radius ab objecto in oculum immissus, ostendit tandem in retina ita refringi ut dissectè ferat in objectum. Puto tamen hic aliquid physicum intelligendum, fateor enim non usque adeo geometricè omnes radios quadrare cum perpendiculari ducta ad punctum retinæ, quod attingit, & quæ consequenter ferat in objectum.

Quidquid autem sit an explicationes quas attuli omnino convincant, neque enim plus roboris illis tribuere velim, quam in se habeant: attamen existimo satis fuisse demonstratum, objecti quamcumque partem pluribus radiis in idem retinæ punctum collectis agere, vel nullam posse assignari probabilem rationem cur ita compositus sit oculus, & eo admisso omnia sine ulla difficultate, non solùm explicari; sed etiam ferè palpari. Cum igitur aliunde constet experientiâ nos unicum objectum videre & in suo proprio loco, si nihil aliud accidat; dicendum est (*inquam*) eam esse vim retinæ, ut quomodocumque attingatur, & ex quacumque parte referat eam impressionem ad perpendicularem; atque hoc in omni opinione explicandum puto, hoc est sive dicatur visio fieri inverso situ, sive erecto. Nam quod incidant plures radii ab eadem parte objecti ad oculum, nullus negare potest, cum omne agens agat in omnē partem; & ab eadem parte objecti ad singula puncta pupillæ duci possint lineæ rectæ; propagabitur etiam lumen aut species (parum interest) secundùm illas lineas. Quæ cum inveniant humores diaphanos, penetrabunt usque ad retinam, vel ergo uniantur in eodem puncto tales tres radii, vel non; quidquid verò dicas restat difficultas integra; ergo omnibus ea difficultas est explicanda. Quare sit indubitatum, idem punctum retinæ excipiens plurimos ejusdem objecti radios, illud unicum videre secundum lineam perpendicularem ad illud punctum retinæ ductam.

COROLLARIUM I.

Objecta quorum radii diversas retinæ partes attingunt videntur in diversis locis. Sint enim objecta A, & B, quæ retinam in diversis punctis C, & D attingant; dico illa objecta visum iri in diversis locis extra oculum. Sit enim centrum retinæ E, objectum A attingens punctum C retinæ, videtur (*per præcedentem*) esse extra oculum, secundùm lineam CE; objectum B, attingens punctum D, retinæ videtur esse extra oculum secundùm lineam DE; sed illæ duæ lineæ unitæ intra oculum in puncto E necessariò extra illud divaricantur, & in diversa incidunt loca; ergo objecta diversa, attingentia diversas retinæ partes, in diversis videntur esse locis.

COROL

COROLLARIUM II.

Objecta idem attingentia punctum retinæ videntur secundum eandem lineam, ut si objectum



A attingat punctum retinæ C, & accidat casu aliquo, ut aliud quodcumque objectum F attingat radiis suis idem punctum C, (*per præcedentem*) ambo videbuntur secundum lineam C E, ideoque videbuntur esse, aut in uno eodemque loco si oculus judicare non possit de distantia, aut si judicet unum videbitur diaphanum, non impediens alterius visionem, aut certè erit confusio.

COROLLARIUM III.

Objecta quæ sinistras partes retinæ suis radiis attingunt apparent dextra, quæ dextras, sinistra. Sit enim A, attingens punctum C, & B, punctum D, videbitur A, secundùm lineam CE, & B secundùm lineam DE, quæ se intersecant in puncto E, & post concursum mutant situm: ergo quæ sinistras attingunt retinæ partes, apparent dextra, & contra.

COROLLARIUM IV.

Idem objectum duas attingens retinæ partes videtur in pluribus locis, ut si retina esset in G I, & punctum B, attingeret partes ejus G, & I videretur punctum B, secundùm lineam GE, & etiam secundùm lineam IE; ergo in pluribus locis videretur, nempe secundùm duas lineas quæ extra oculum duo diversa loca designant.

COROLLARIUM V.

Illud objectum cujus imago in retina major est, cæteris paribus majus apparet: quia illud objectum majus apparet cujus extrema magis inter se distare videntur, sed illud cujus imago major est tale est; ergo majus apparet. Probatur minor. Sit enim imago DH, major imagine DC, dico cæteris paribus objectum FB, majus apparere quam AB. Nam ductâ per intellectum perpendiculari HE, si producatur, attinget punctum F, ultra punctum A: ergo si distantia sit eadem, aut judicium ferri non possit de distantia, quia nimia est, aut judicentur illa objecta esse æqualiter distantia, objectum illud apparebit esse F B. Sed objectum F B, majus apparet quam objectum A B, nempe totum majus apparet quam pars illius: ergo quoties objectum majorem imaginem depingit in retina, apparebit majus, cæteris paribus. Quæ voces sunt diligenter attendendæ. Scio enim dum potest judicium ferri de distantia hoc falsum esse: nam fieri potest, ut objectum parvum valde vicinum oculo, majorem depingat in retinâ imaginem, quam objectum majus remotum, quia nempe id colligimus ex distantia: distantiam autem ex multis cognoscimus infra explicandis, ideóque addidi. cæteris paribus.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Quæ sub majori angulo videntur, majora apparent.

Quia innumeræ solvi possunt quæstiones, præcipuè verò ad magnitudinem visam objectorum determinandam, ideò primò scire debemus quid sit ipse angulus visorius. Intelligo enim per angulum visorium angulum aliquem cujus apex sit in oculi centro, & basis sit ipsum objectum. Vel melius angulum solidum in oculi centro comprehensum à lineis ductis à singulis objecti terminis per centrum, ita ut si objectum sit superficies aliqua rectilinea quæ intelligatur tanquam basis alicujus pyramidis, cujus vertex sit in centro oculi; angulus ille solidus in centro oculi constitutus, sit is de quo loquimur. Si verò objectum sit figuræ curvilineæ; ille angulus non tam erit angulus aliquis solidus, quam turbinatus aliquis vertex, qui tamen sumetur pro angulo, sicut consideramos angulum conorum, hoc est angulum triangulorum à quibus generantur. Moneo autem deinceps, ut faciliores sint figuræ, me solum crystallinum notaturum cum retina. Sint igitur objecta AB, CD, angulus visorius AEB, objecti AB, sit major angulo visorio C E D objecti C D. Dico objectum AB, cæteris paribus, majus videri.



Demonstr. Imago objecti AB erit H I, & objecti CD, erit FG, nam lineæ per centrum oculi transeuntes, determinant locum objecti; ergo imago objecti A est I, & objecti B est H, pariter objecta C & D pinguntur in F & G. Licet autem vitandæ confusionis causâ alios radios minus principales non duxerim, eodem tamen modo ratiocinandum est, ac si eos de facto duxissem: ergo imago objecti AB major est quam objecti CD, sed (*per corol. ultimum præcedentis*) illud objectum cujus imago in retinâ major est, apparet majus; ergo AB apparet majus.

Vel breviùs. Angulus AEB, ex suppositione major est angulo CED, sed (*per 15.1.*) anguli AEB, HEI, sicut CED, FEG ad verticem sunt æquales; ergo angulus HEI, major est angulo FEG, triangula autem HEI, habent duo latera HE, IE, æqualia lateribus FE, GE trianguli FEG, & angulum HEI, majorem angulo FEG, ergo (*per 24.1.*) basis HI, si duceretur, major esset basi FG; ergo (*per cor.5.5.*) objectum AB, majus apparet quam BD.

Licèt autem in decursu simus formaturi illum angulum quasi esset in superficie externa ipsius oculi, ut in puncto K, illum tamen intelligemus in centro ipsius oculi, & facilè ostenderous, quod si major fiat angulus in superficie oculi, major etiam erit in centro ipsius oculi.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Ad distinctam visionem requiritur, ut retina radios ab eadem parte objecti prodeuntes, excipiat præcisè in puncto concursus.

Sit objectum A B, ex cujus singulis punctis A & B emittantur radii in crystallinum, qui deinde uniantur in retina. Primò assero visionem fore distinctam; tunc enim visio est distincta, quando quodlibet objecti punctum videtur in distincto loco; sed quando accidit ut in retina uniantur omnes radii ejusdem partis objecti, radii ad diversas partes pertinentes, diversa puncta retinæ attingent; uniuntur enim in radiis principalibus, & irrefractis, quæ objecta autem distinctas attingunt retinæ partes (*per cor.1. 5. hujus*) videntur in diversa loca; ergo quælibet partes objecti, videntur in diversis locis, & non duæ in uno: igitur erit summa distinctio.



Assero secundò si retina attingat hujusmodi radios in C D, sitque vicinior quàm par est, fore confusionem. Tunc enim est confusio, quando eadem pars objecti, videtur in pluribus locis; & duæ in uno: sed hoc accidet in tali casu. Nam radii AI, A D ad idem objecti punctum pertinentes non sunt adhuc uniti; ergo si retina esset in CD, attingerent duo ejus diversa puncta D & I. Ergo (*per Corol.2. Propo.2. hujus*) punctum A videbitur in duobus locis; & quia inter I & D, sunt plurimi radii, videbitur punctum A, in toto aliquo spatio satis magno. Idem ostendatu de puncto B, & quia radii AI, BI ad diversa objecta pertinentes, uniuntur in eadem parte retinæ, scilicet puncto I (*per cor.2. 5. hujus*) videbuntur A, & B in eodem loco: ergo est confusio, cum & plura objecta in uno loco, & idem in pluribus locis videatur.

Idem inconveniens sequetur, si retina sit nimis remota, ut in E F; nam radii ejusdem partis objecti post unionem separantur, idem objectum in toto aliquo spatio, & plura in eodem loco videbuntur: ergo in utroque illo casu erit confusio: ergo ut visio sit distincta, retina radios ejusdem partis objecti, præcisè in puncto concursûs, debet excipere.

COROLLARIUM I.

Dum imago objectorum distinctè depingitur in retina, oculus clarè, & distinctè videt, & vicissim dum objecta clarè videt; eorum imago distinctè depingitur.

COROLLARIUM II.

Dum imago confusè depingitur in retina, oculus confusè videt, & vicissim. Dum enim imago confusa est, plurimorum objectorum radii eandem partem retinæ attingunt; ergo illa omnia in eodem loco videbuntur.

COROLLARIUM III.

Dum imago depingitur in oculo, inverso situ, videtur objectum erectum esse, & vicissim dum videtur objectum in situ naturali, imago est inversa, ut demonstr. prop.2.& 5.

COROLLARIUM IV.

Objecta quorum imagines depinguntur erecto situ videntur inversa.

COROLLARIUM V.

Ea quorum imagines in retina majores sunt majora videntur cæteris paribus, & vicissim si imagines minores sint apparent minora.

COROLLARIUM VI.

Ea quorum imagines sunt rotundæ, rotunda videntur, si quadratæ quadrata, &c.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Ut objecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari crystallinus, fierique sectio minoris sphæra, aut retina removeri à crystallino.

Suppono dari homines, qui non tantum objecta satis vicina distinctè videant, sed etiam remotiora.

Suppono item ex Dioptrica duas experientias.

Prima erit, lentem vitream, quæ est minoris sphæræ segmentum, radios unire, seu objecta pingere distinctè supra chartam ad minorem distantiam, quam lentem majoris sphæræ.

Secundò erit, lente eadem, objecta viciniora exhiberi ad majorem distantiam, quam remotiora; utramque experientiam omissis demonstrationibus diopricis quæ non sunt hujus loci facilè explico hac methodo.

Sumantur duæ lentes quæ successivè in eodem foramine fenestræ cubiculi undique clausi apponantur, noteturque distantia ad quam removenda est charta, ut objecta in ea distinctè appareant; videbisque lentem majorem, seu majoris sphæræ segmentum, exigere ut charta magis removeatur, quàm lentem magis convexam, seu quæ sit minoris sphæræ segmentum.

Secundò sit lens vitrea quæcumque A B quæ tegatur chartâ, relictis tamen duobus, aut tribus foraminibus, huic ad distantiam aliquam majorem tamen quam sit ea, in qua colit radios solis, illi

ill objiciatur fax C, apponaturque charta post lentem ad excipiendos r·ios transmissos per fo-



ramina A & B; noteturque in qua distantia uniantur. Sit verbi gratiâ punctum concursûs F; objiciatur alia fax accensa in loco D magis distantî, dico te experturum radios facis D, transmissos per foramina A & B, citius unici seu ad minorem distantiam verbi gratiâ in puncto E, quod expariere. Quibus positis,

Dico: Si aliquis respexerit objectum remotius, illudque distinctè viderit, velitque oculos adjicere ad objectum vicinum, quod etiam distinctè videat; necessariò unum ex duobus accidere necesse est; nempe vel processibus ciliaribus chrystallinum dilataverit, illumque reddiderit obtusiorem, dum objectum remotius intuebatur, seu efformaverit in segmentum majoris sphæræ, vel retinam à christallino removerit. Nam dum vidit distinctè objectum remotius, retina debuit excipere radios ab iisdem partibus illius objecti emissos præcisè in puncto concursûs, (*per 7.hujus*) sed (*per suppositionem secundam hujus*) eadem lens objecti vicinioris radios ad majorem distantiam unit, invenimque retina in eo loco concursûs: ergo vel recessit retina à christallino, quando objectum propinquius intuitus est, si christallinus eandem omnino figuram servavit, vel si immota fuit retina, necessariò mutata est figura christallini, in sphæræ minoris segmentum. Si enim omnia manserunt eadem, nempe eadem distantia retinæ à christallino, eademque figura christallini, objectum vicinum appareret confusè, contra suppositionem. Tunc enim objectum apparet confusum; cum retina non invenitur in concursu radiorum ab eadem parte objecti prodeuntium. Non inveniretur autem, quia supponitur in distantia in qua uniuntur radii objecti remotioris; sed distantia in qua uniuntur radii objecti vicinioris non est eadem cum ea in qua uniuntur radii objecti remotioris sed major; ergo ut utrumque objectum hoc modo distinctè videatur, debuit facta esse alterutra ex prædictis mutationibus; quod erat ostendendum.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Quomodo unus oculus videat distantiam.

Suppono primò uno oculo vix distantiam bene videri, hoc est, vi illius impressionis, quæ fit in oculo, judicare non possumus, an duo aliqua objecta non in directum posita æqualiter, magis, aut minus ab oculo sint remota. Ratio hujus est quia distantia magnitudo quædam est, sed non omnis magnitudo objecta oculo, videtur pro ut est in se, nisi debitè objiciatur, ea autem inhibitè objiciuntur, quæ ita objiciuntur ut ejus omnes partes eandem affectionem in oculo efficiant, ita autem ita objecti perpendiculariter ad oculum, non aliam fecit visionem, quam efficeret punctum unicum.

Probatur Assertio experimento communi, ad distantiam unius aut alterius pedis alicujus oculo objectum satis parvum objice, & jube ut transversim digito objectum illud feriat, ita ut non dirigat digitum ab oculo aperto ad tale signum, sed à sinistra ad dexteram, aut contra; vix unquam attinget scopum: unde sic argumentor. si distantiam unus oculus determinatè videret, ita ut vi illius impressionis, quæ fit in uno oculo, posset judicium certum ferre de distantia, posset homo illud signum respiciens, & videns simul suum digitum, judicare, an digitus sit æquè remotus ac signum objectum; sed si posset de illo judicium ferre, non aberraret; retraheret enim ad se digitum, aut removeret à se, donec æquè distaret ac illud signum, sæpe tamen aberrat ab eo signo: ergo non potest judicium certum ferri de distantia etiam non magna vi unius oculi.

Nolo hic percurrere omnes modos quibus de distantia judicamus, etiam vi illius impressionis quæ fit in uno oculo, sed tantum unicam attingo: oculi christallinus dilatatur, hoc est fit segmentum majoris sphæræ dum objecta remotiora videntur, fit segmentum minoris Sphæræ dum objecta viciniora videnda sunt, aut retina admovenda est christallino, aut removenda (*secundum prop. 8.*) sed illa dilatatio christallini, aut arctatio, sicut & remotio retinæ, non fit sine aliquo nisu, & motu ipsius oculi; ergo vi illius motûs potest aliquo modo cognosci distantia illius objecti. Ergo unus oculus habet aliquam cognitionem distantiæ objectorum, ex eo nisu quem adhibet oculus, ad videnda objecta distinctè, & poterit de distantia judicium ferre. Cætera quæ ad distantiam pertinent dicentur suo loco cum de objectis communibus.

PROPOSITIO X.

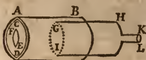
Problema.

Fabrica oculi materialis cui ea omnia accidant quæ naturali conveniunt.

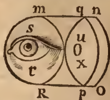
Mirabile quiddam videor hic proponere, liberabo tamen fidem, & in sequentibus propositionibus, quæcumque de oculo naturali quæstiones fient; priùs in artificiali tentabuntur, & ita eventus optatis respondebit, ut quod plerique authores vix extricare possunt, facili negotio ferè palpandum concedam, his igitur partibus constat oculus materialis.

Præcipua ejus pars sit lens vitrea convexa satis exquisita, quæ sit portio minoris phæræ, hoc est quæ ad distantiam unius aut alterius digiti radios solares uniat, hâc lente instruatur tubus aliquis satis amplus cujus diameter sit duorum circiter digitorum, longitudo sit quatuor aut quinque digitorum. Huic tubo inseratur alius tubus, qui adduci possit ad libitum, hic secundus tubus tegatur una sui parte charta alba, tensa & oleo etiam inuncta, poterit etiam hic tubus desinere in tubum minorem ut meliùs repræsentet caudicem ipsius oculi, seu nervum opticum. Primus tubus adhuc inferior alteri, instructo septo aliquo perforato ad modum pupillæ, & adhuc si velis cujus exterior pars habeat foramen aliud instructum, aut for-

lio selenitidis, aut vitro convexo concavo, nempe frusto alicujus phialæ. Immo depingere potes oculum naturalem, & aliquo artificio palpebras efformare, quæ relinquo ingenio artificis, essentialia tantum persequor. Singularum igitur partium imaginem hic subjicio.& explico. Prima figura repræsentat primum tubum nempe AB, non



longè ab extremitate A, habentem septum cartaceum CD, instructum lente vitrea FE. Huic inseritur alius tubus, cujus caput GI tegitur circulo cartaceo benè extenso, & inuncto oleo. Hic tubus desinat in tubum minorem KL, apertum in KL, ut videri possit circulus GI. Sit tertius tubus



MN, cui primus inseri possit, eo modo quo pixis inseritur suo operculo, ea parte nempe NO inseratur, habeatque intra se diaphragma chartaceum qP, perforatum in VX: aliam item faciem MR, habeat tectam, perforatam foramine ST, instruatur autem ST folio selinitidis, aut frusto phialæ alicujus, depingaturque oculus exterior.

Hanc autem habet analogiam cum oculo naturali. Tubus GHKL repræsentat nervum opticum vacuum & apertum, ut per illum videri possit quid agatur in retina, hæc autem erit circulus cartaceus GI, quem volui ioungi oleo, ut contraheret aliquam perspicuitatem. Volui item ut tubus GH, moveri posset, diximus enim (*propos.8.*) unum ex duobus accidere, vel crystallinum coarctari, dum objecta vicintiora proponuntur oculo videnda; vel retinam recedere à crystallino. Utrum accidat in oculo naturali scire non possum; forsitan utrumque.

In meo oculo artificiali priorem motum imitari non potui; sufficiat igitur secundus, qui eosdem effectus præstare potest, tota capacitas CGID est vitreus humor, repletur in hoc oculo aëre: & licèt substituatur aët pto humore vitreo; nihil tamen erit incommodi in ordine ad effectus quos inquirimus. Quia ea hoc sequetur quidem quod radii ad idem objectum pertinentes, (quos vocant penicillos, eò quòd desinant in acumen, ut penicilli, & pingant objectum, liceat etiam mihi hoc nomen usurpare) quod (inquam) illi penicilli citius, aut tardiùs uniantur, motus autem retinæ chartaceæ, quæ multùm accedere potest ad crystallinum hoc totum supplebit.

Lens vitrea convexa FE repræsentat crystallinum humorem; & bene quidem. Superficies utraque illius lentis vitreæ erit aranea. Circulus chartaceus DE, cui inseritur lens vitrea, repræsentat processus ciliares quibus constringitur crystallinus humor.

Alius tubus qui imponitur tubo AB, tanquam eius operculum, constat primò diaphragmate qP, perforato in VX, est igitur uvea & VX pupilla, quæ quia aliquando coarctatur, aut dilatatur, habeantur duo, aut tria hujusmodi septa, quorum foramina sint inæqualia, & ad libitum apponi possit quodlibet ex illis.

Circulus MR, qui etiam convexitatem habere posset ad ornatum, repræsentat exteriorem oculi superficiem,ideoque volui, ut instrueretur foramen ST, folio selinitidis, repræsentante corneam. Tota cavitas quæ est inter superficiem MR, & crystallinum humorem, repræsentat aqueum humorem, ideoque fiat quam brevissima poterit; ego paulò majorem expressi, ut omnes eius partes apparerent. Neque refert quod in hoc oculo pro aqueo humore substituo aërem; hoc enim non impediet institutum nostrum, sed tantum id incommodi fiet, quod non tot pingentur objecta in retina quod depingenda forent.

Volo item haberi aliquam suppellectilem, ut omnia experimenta fieri possint, primò ut habeantur perspicilia quibus utuntur senes, nempe convexa, sed majoris sphæræ segmenta, habeanturque alia aliis magis convexa. Habeantur item perspicilia concava, quibus utuntur miopes, seu ii qui non multum vident in magna distantia.

Habeatur lens polygona saltem convexa. Item habeatur tubus Opticus, aut communis seu Hollandicus, aut quod melius esset, tubus ille qui duabus lentibus convexis constat. Licet enim objecta inverso situ nobis ostendat, parum interest; nam erecto situ ea in oculo artificiali depinget. Si quæ occurrant alia in decursu monebo. Contendo igitur via adduci posse experientiam ex oculo naturali desumptam, quæ in hoc materiali valdè simplici fieri non possit. Conquiram igitur undequaque experientias, ut eas primò explicem per oculum hunc materialem, quem cum possimus aperire cum libuerit, & inspicere; sciemus etiam quid in eo geratur. Et ut puto simplicitatem istarum explicationum miraberis. Moneo autem lectorem quod nisi ad manum habeat hunc oculum artificialem, in multis forsitan meam mentem non satis percipiet, neque est difficile comparare sibi. Si enim non habet lentem satis convexam, ut parvum oculum conficiat, assumat lentem perspiciliorum communium quibus utuntur senes, vel duas aut tres, tantum non contiguas, & habebit oculum forsitan longiorem; sed tamen optimum, immò in quo melius imagines appareant.

PROPOSITIO XL.

Problema.

Quid accidat in oculo nostro dum videmus objecta.

Licèt jam diximus in retina nostra objectorum imagines depingi exactè, libet tamen id oculis subjicere in materiali nostro oculo. Objice oculum materialem objecto, alicui illustri, & benè illuminato, distanti saltem aliquibus passibus,

si desint objecta illustria, & bene illuminata, objice tali oculo cancellos fenestrarum, ex decem, vel quindecim passibus, & vide per nervum opticum quomodo hujusmodi objecta appareant, admove crystallino, retinam chartaceam, vel ab eodem remove tandem invenies aliquem situm in quo distinctè apparebunt in retina hujusmodi objecta; ergo bene concludere debea idem accidere in retina nostra, & cum esse situm retinæ in oculo naturali objecta claiè, & distinctè videntis.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Presbyta retinam nimis habent crystallino propinquam, aut crystallinum non satis convexum.

Presbytam voco eum qui vicina objecta confusè, remota distinctè videt; quod est vitium oculorum in senibus.

Hi duo defectus sunt idem virtualiter, nam si retina sit nimis propinqua crystallino excipiatque penicillos, (seu radios ab eadem parte objecti prodeuntes) antequam perfectè uniantur, erit confusio, quod si crystallinus fieret magis convexus, hoc est minoris sphæræ segmentum, cum minor sphæra ad minorem distantiam uniat radios; possent radii uniri præcisè in retina, & sic omnem confusionem tollere. Quod verò hic sit defectus presbytæ, ita demonstro primò in oculo meo artificiali.

Objice oculo materiali objectum illustre in distantia aliqua debita, itaque admove, aut remove retinam à crystallino donec imago objecti appareat in retina distinctissimè, tum admova adhuc retinam crystallino, confundetur imago non propter aliam rationem, nisi quod nimium admovisti retinam crystallino: tunc oculo materiali sic disposito adhibe lentem convexam, desumptam à perspiciliis quibus communiter utuntur senes; tunc in retina chartaceâ licèt immotâ, rursus distinguetur imago.

Unde sic demonstrationem instituere licebit; Senes sine perspicillis convexis objecta confusè vident; ergo (*per cor. a. 7. hujus*) imago in eorum retina confusa est, sicut & in oculo materiali, adhibitis autem perspiciliis convexis senes distinctè vident: ergo adhibitis perspicillis imago in retina distinctè depingitur. Sed non distinguitur imago propter lentem convexam superadditam, nisi quæ confusa erat, propter nimiam vicinitatem retinæ cum crystallino; ergo seclusis perspicillis convexis imago objectorum in retina senum est confusa, quia retina excipit penicillos antequam perfectè uniantur. Probatur autem lentem convexam distinguere eam tantum imaginem, quæ confusa erat propter nimiam viciniam.

Extrahatur nervus Opticus artificialis oculi, donec imago objecti sit confusa ob nimiam distantiam; adhibe lentem convexam quantùm volueris, tantùm abest ut imaginem distinguas, quinimmò eam confundes magis; ergo lens convexa eam tantum imaginem reddit distinctam, quæ confusa erat propter nimiam viciniam. Ratio est quia lens convexa, ut suppositimus ex dioptrica, colligit radios: ergo si admoveatur crystallino radios citiùs uniet; ergo poterit fieri ut imago quæ erat confusa, quia radii nondum erant uniti in retina; adhibita lente proportionatâ evadat distincta; eò quòd accelerando unionem radiorum, efficiat ut radii ad idem objectum pertinentes, seu penicilli uniantur in retina.

Notandum est me dixisse lentem proportionatam: nam etiamsi supponantur penicilli nondum uniti, in eo intervallo in quo eos excipit retina, non continuò quælibet lens convexa eos uniet, præcisè in eo intervallo. Si enim adhiberetur lens non satis convexa, distingueret quidem aliquantisper imaginem, non tamen tolleret omnem confusionem. Si adhiberetur lens nimis convexa, uniret penicillos antequam pervenirent ad retinam, ideoque fieret alterius generis confusio: ergo proportionata esse debet, secundùm defectum oculorum, hoc est requiritur, ut penicillos uniat in eo præcisè loco in quo retina invenitur. Licet enim aliquantisper retina possit accedere ad crystallinum, aut ab eo recedere pro exigentia objectorum, ille tamen motus habet certam latitudinem extra quam excurrere non potest. Ideoque si figura crystallini talis sit, ut nec satis comprimi possit, nec possit retina satis recedere, ideoque penicilli non sint adhuc uniti, dum incurrunt in retinam, advocamus subsidium lentis convexæ, quæ junctâ crystallino; idem efficit cum illo quod crystallinus convexior, hoc est unit radios citius, & ad minorem distantiam.

Ex quo sequitur quod in quærendis perspicillis potiùs ratio habenda sit figuræ, quam materiæ, satque satius appositæ figuræ lentem ex materia ignobiliori adhibere, quam ex crystallo excellentissima non tamen figuræ respondentis oculo: nec facilè damnari debeat quasi malè elaborata aliqua lens, eò quod sit inutilis oculo tuo; exactam quidem poterit habere figuram, sed non tuis oculis respondentem.

Non quæro hic ad probandam meam assertionem nisi experientiam factam in oculo materiali, ad demonstrandum quid fiat in oculo naturali. Si enim aliquis quærat cur in oculo materiali res ita se habeat, & cur duæ lentes convexæ (nempe ea quæ in oculo materiali vicem habet crystallini, & ea quæ insuper additur) uniant propius radios, hoc probabitur in dioptrica: petitur enim ex natura refractionis.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

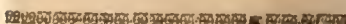
Cur presbyta meliùs objecta paulò remotiora videant, quàm valde propinqua.

Est commune effatum etiam apud imperitos, quòd dum simus senes, visus à nobis recedat: nempe quod communiter senes meliùs videant objecta paulò remotiora, hoc est non legant nisi removendo oculos à characteribus ad distantiam duorum, aut trium pedum, cum antea legerent ad distantiam unius pedis: & quia sæpè accidit aliunde, ut characteres in tali distantia videantur sub angulo minimo, sæpè nihil possunt legere nisi subsidio perspiciliorum.

Ratio est quia (*per præcedentem*) presbytæ, habent retinam crystallino propiorem quam par est, ideoque objectorum penicilli nondum sunt uniti dum incurrunt in retinam: sed objectorum remotiorem

remotiorum penicilli citiùs uniuntur, seu ad minorem distantiam, quàm objectorum viciniorum (*per suppositionem secundam octavæ hujus*) ergo dum incurrunt in retinam, melius sunt uniti objectorum remotiorum quàm viciniorum radii: ergo meliùs, & perfectiua proportione servatâ vidébuntur objecta remotiora, quàm viciniora, ab iis qui retinam magis vicinam habent crystallino, quam exigat ejus convexitas, quæ nimis accedit ad superficiem planam.

Quod si quæras ulterius rationem physicam, quare is sit consuetus senectutis defectus, respondebo posse oriri ex multis capitibus. Primò quidem processus ciliares comprimentes crystallinum, & eum coarctantes, ut minoris Sphæræ figuram induat; ob imbecillitatem laxantur, neque eum ita in angustum cogunt: unde subsidit humor, & majoris Sphæræ figuram induit. Quod si ex senectute nervi exsiccentur, & contrahantur isti processus ciliares adducentes undique araneam,eam magis in superficiem planam efformant; ut si undique crumenæ extremitates adducas, non ita turgebit, & in majoris Sphæræ figuram abibit, vel si crystallinus humor, paulisper exsiccetur non ita turgebit hæc ampullula. Vel denique si nervus Opticus paulisper contrahatur, introrsum oculos trahet, quod manifestum satis est in senibus, quibus oculi non ita prominent; retina occurret ossibus capitis, nec poterit tam facilè recedere, ut par esset, ad objectorum etiam viciniorum distinctam visionem.

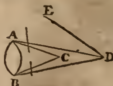


PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Presbytæ majori luce indigent, ut legant.

Experientia hujus propositionis facilis est, interrogandi enim sunt senes; ratio autem etiam in promptu est. Objectum vicinius cæteris paribus fortiùs agit in subjectum,quam remotius; sed ut legant distinctè (*per præcedentem*) debent magis removere characteres, quàm alii qui hoc vitio non laborant: ergo in eâ distantiâ debilius agent objecta, quàm si propiùs admovenda essent. Secundò eò indigemus majori lumine ad bene videndum objectum, quò pauciores illius objecti radii colliguntur; sed objectorum remotiorum pauciores radii colliguntur, quam viciniorum, & senes debent removere characteres, ut eos distinctè, & sine confusione videant: ut enim fit perfecta visio debet imago in oculo esse distincta, hoc est, ut omnes penicilli perfectè uniantur. Item debent isti penicilli pluribus constare radiis, in senibus autem vix ista duo simul inveniri possunt: nisi objectum plurimum lumen emittat, quia ut penicilli perfectè uniantur, removendi sunt characteres, dum autem removentur, minus luminis emittunt: quia sphæra activitatis decrescit, & aliunde pauciores radii in crystallinum incidunt. Sit enim crystallinus A B, duo objecta, C vicinius & D remotius; Clarum est quod C comprehendat angulum majorem quam D, hoc est angulus A C D, (*per 21. 1. Eucl.*) sit major quam angulus ADB. Fiat angulus EDB, æqualis angulo A C B, tot emittit radios punctum C sub angulo ACB, quot objectum D sub angulo E D B, cum anguli supponantur æquales, sed pauciores emittuntur sub angulo ADB, quàm



sub angulo EDB, ut manifestum est, cum angulus ADB sit pars anguli EDB; ergo sub angulo A D B, pauciores emittuntur radii, quam sub angulo A C B. Sed crystallinus A B omnes anguli ACB radios excipit; ergo plures excipit objecti vicinioris radios quam objecti remotioris. Ex quibus colliges cur dum adhibent perspicilia non egeant tanto lumine. Primò quia tunc objecta sunt viciniora; secundò quia adhibendo hoc modo lentem convexam, plures colligunt radios quam sine lente convexa.



Sit enim pupilla A B, objectum C, ducantur radii C A, C B, incurrent tantum in oculum per pupillam radii, qui veniunt sub angulo A C B: adhibeatur lens convexa, quæ radios uniat, plures incurrent in pupillam AB, nempe verbi gratia qui continentur sub angulo DCE, vel aliquo alio majori quam ACB, neque enim semper omnes radii in pupillam incident, qui appellunt in lentem convexam.

Hinc obiter colligere licebit,rationem aliquam, cur objecta aliqua in certa distantia non videantur,quæ nempe sub ita parvo angulo radios emittunt, ut paucissimi in pupillam incidant, atque adeò non sint sufficientes ad depingendam imaginem.



PROPOSITIO XV.

Theorema.

Adhibitâ lente convexa objectum majus videtur & confusius,quò magis ab oculo hæc lens removetur, in certâ distantiâ confusissimè; post quam rursus distinguuntur, & apparent inverso situ.

Nolo hîc ut jam sæpè monui rationes diopticas persequi,sed tantum rationem aliquam desumptam ex oculo meo materiali afferre, ut ostendam verè oculum naturalem esse compositum secundum formam istius artificialis, cum nihil accidat naturali, quod in materiali non conveniat.

Objice oculum artificialem illustri objecto, & nota diligenter imaginem, quæ pingitur in retina chartacea inverso situ; admove lentem convexam major imago depingetur, remove lentem sensim, longiùs

longiùs ab oculo in eadem tamen lineâ augebitur imago in retina inverso semper situ; eritque confusior. Si ulteriùs eam removeas, imago erit confusa, si pergas adhuc ulteriùs removere, distinguetur imago, sed situ erecto, & tum quò ulteriùs removeris, eò minor apparebit. Hoc totum positum est in experientia quæ non ita benè succedet nisi leotem quam admoves, tubo ipsum oculum ambienti imponas, præcipuè si lens totum oculum oon tegat. Nam objecta quæ aliunde radiabunt, in oculum artificialem, impedient quominus eam imaginem bene distinguas.

In oculo naturali idem accidet, nempe adhibita lente convexa major pingetur imago io retina, ergo (*per corol. 5. quinta*) majus videbitur objectum.

Secundò quò magis removebitur lens convexa, eò major erit imago, ergo per idem corol. majus videbitur objectum. Sed confusius, quia imago confusior erit.

Apparebit autem in suo situ naturali, quia Imago est situ inverso. Ostendimus autem (*prop. 2.*) objectorum, quæ apparent in suo situ imagines in retina esse inversas.

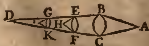
In aliqua distaotia erit confusissima imago, ergo in aliquo situ oculus naturalis habebit confusissimam imaginem in retina; unde confusissimè videbit objectum.

Post eam distantiam si ulteriùs removeatur lens convexa, imago in oculo artificiali erigitur; ergo & in naturali, sed (*per cor. 3. 5.*) dum imago erecta est, objectum apparet inversum; ergo in tali situ ita apparebit.

Si ulterius pergas removere minor erit imago, minus distincta, ergo & objectum ita apparebit semper inverso situ.

Ne tamen indelibata relinquatur ratio horum omnium; quæ in dioptricis ex professo explicanda est. Quod spectat ad confusionem; ubi lens adjecta simul cum crystallino univerunt in retina exactè penicillos; si ulteriùs removeatur lens adjecta, aliis immutatis non unientur radii in retinâ; sed ante retinam. Ratio clara est; cum enim illa lens sit convexa, uniet radios, si adhibeatur crystallinos in majori distantia, crystallinus excipiet penicillos jam magis unitos; ergo eos uniet citiùs; nempe antequam pervenerint ad retinam. Si ulteriùs removeas lentem; adhuc magis unitos excipier crystallinus; ergo adhuc citiùs eos uniet. Tunc autem erit coofusissima imago, quando quodlibet punctum objecti mittet radios in omnem partem retinæ.

Si verò penicilli fuerint uniti ante crystallinum, vi nempe prioris lentis; poterit crystallinus eos rursus unire; quæ omnia debent oculis



subjici. Sit objectum A, lens convexa BC, quæ apta sit ad radios à puncto A prodeuntes, uniendos in D; si his radiis occurrat crystallinus in EF, adhuc franget radios BE, CF, qui unientur in H. Si verò idem crystallinus removeretur in GK; perinde autem est crystallinum removerè à lente BC, aut lentem à crystallino, citiùs unientur radii in I, quia eos excipit magis unitos: unde si retina maneat in eadem distantia à crystallino, cùm post unionem separentur, erit major confusio, quia ad distinctionem debebant esse uniti.

Si verò uniti essent radii antequam crystallinus eos exciperet, poterit eos denuo unire; sed inverso situ. Quæ omnia demonstrari non possunt sine dioptrica.

Notandum autem, quò lens adhibita fuerit convexior, eò magis crescet imago; & consequenter objectum, & fiet confusior dum removebitur, & citiùs erigetur.

Notandum item quod si lens aliqua non fuerit satis convexa, ut exigit alicujus oculi defectus; removeatur ab oculo, & utilis esse poterit. Hoc experire hoc modo in oculo artificiali. Admove lentem, & impelle retinam donec imago sit distincta, impellatur ulteriùs retina, imago confundetur. Dico si immotâ manente retinâ removeas paulisper lentem ab oculo, rursus distincta erit imago, cujus rei ratio facilis est ex superioribus. Hæc lens immediatè applicata oculo, non distinguit perfectè imaginem, quia licèt uniat citiùs radios quam solus crystallinus, adhuc tamen non eos unit sat citò; ideoque dum incurrunt in retinam non adhuc sunt perfectè uniti. Sed si removeatur lens illa ab oculo, ad minorem distantiam uniet radios, ut diximus: ergo licèt immediatè applicata, non distinguetet perfectè imaginem, distinguet tamen si paulisper removeatur, in eo nempe casu in quo retina esset nimis vicina crystallino.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Si presbytæ objectum minutum valdè lucidum respiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum, quorum si intercipiantur finistri, videbuntur occultari dextri.

Experientia clara est. Sit aliquis presbyta respiciens ex distantia modica objectum valde parvum, quale esset foramen magnitudinis, unius aut alterius lineæ, quod sit lucidum ob lumen radians per illud. Dico illud foramen videndum quasi stellulam rotundam, suis radiis circumfusam. Addo insuper quod si intercipiantur radii sinistri ab eo objecto ad oculum emissi, videbuntur occultari partes dextræ illius capillitii. Adde ulterius ideo videri illud objectum, hoc modo confusum, quia retina est nimis vicina crystallino: distractum autem, quia illius crystallinus non est omni ex parte diaphanus, sed tranest illum vestiens aliquibus fibris non diaphanis exasperatus.

Si velis in oculo artificiali experimentum capere. Ejus lenti vitreæ, seu crystallino, impone aliquas notas, quasi partes illius minus diaphanas, illique ita disposito, objice facem accensam; admove tamen retinam chartaceam crystallino, plus quàm satis est, ut imago depingatur distincta, loco facis accensæ quæ oblonga

aliquis radius, apparebit ille defectus; at verò in puncto concursûs F, cum sint uniti omnes radii ejusdem partis objecti, etiamsi deficiat unus aut



alter, erit quidem minùs luminis, quàm esset, si nullus interciperetur, non animadvertetur tamen ille defectus. Quia hæc consideratio est maximi momenti, & solvit nonnullas difficultates sequentes, ideò mihi videtur ulteriùs explicanda. Quare dico quod dum objecta distinctè apparent in retinâ, etiamsi tegatur media pars crystallini; immò totus tegatur, relinquanturque tantum plura foramina per quæ transmittantur plures radii; quod nec videbuntur foramina, nec tegetur ulla pars objecti, sed tantum dilutiores apparebunt ejus colores.



Ratio autem est quia nulla pars objecti A tegetur, si nulla sit pars in objecto, quæ non videatur; nulla autem erit, quæ non videatur, si nulla sit cujus radii in retinam CD, non perveniant: nulla autem erit, quæ non mittat aliquos radios, qui deinde in propriis, & sibi debitis locis uniantur; in eodem enim loco uniuntur radii per foramina transeuntes, dum tegitur pars crystallini; ac si nullo modo tegeretur. Quod si spectetur aliqua pars illius objecti, nempe A, quæ sit valdè lucida, & ejus duos radios intercipiat retina in punctis E & F, hoc est non in puncto concursûs, objectum A attingens duo puncta distincta retinæ, nempe E & F, videbitur in duobus locis distinctis, & quia in toto medio, nempe in puncto medio, nullus radius objecti A invenitur, videbitur illud objectum interruptum.

Ex hoc sequitur quod dum coarctatur pupilla, aut tegitur media sui parte, non tegitur media pars objecti, sed totum objectum videtur sub minori lumine, quia nempe cujuslibet partis objecti adhuc transmittitur aliquis radius: igitur videri debet, totum tamen objectum minus videtur, quia intercipiuntur cujuslibet partis aliqui radii.

Dicam aliquid simile, quod mihi aliàs super ea re accidit. Habebam tubum opticum Hollandicum longitudinis unius pedis cum dimidio, quo sæpissimè spectabam, quæ gerebantur in portu Constantinopolitano ex domo nostra Sancti Benedicti; dolebam quod hujusmodi tubus partem objecti, valde exiguam mihi exhiberet. Cœpi igitur primam lentem omnino detegere, & miratus sum me non plura objecta videre, sed tantum cum majori lumine. Unde qui tubo optico, solent intueri: licèt primam lentem ferè totam tegant, totidem tamen partes solis simul vident, quot viderent, si tota lens pateret, cum hac tamen differentia quod possit oculus solis splendorem ferre, quem antea non poterat.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Quibus adempta est cataracta, vix habent crystallinum convexum.

Aliquando accidit, ut ante pupillam adnascatur, & coalescat humore viscoso pellicula, quæ ita omnes radios arceat & impediat, ut facultas videndi sit omnino otiosa; adimitur, aut potiùs demittitur hujusmodi pellicula, hoc modo. Perforatur oculus acu, ex latere exteriori, ita ut innatet acus in humore aqueo, & hujusmodi acu; primò à parte superiori separatur hæc cataracta ab uvea, convolviturque quantum fieri potest, ne se denuò explicet, & rursus ascendat, & hoc modo convoluta, pellitur in partem imam aquei humoris.

Vidimus hoc tribus ab hinc annis, in Reverendo Patre Ludovico Janin, qui à decem circiciter annis fuit Rector Collegii Cambериensis, cui adnata cataracta facultatem omnem legendi ademerat, licet adhuc uno oculo videret quantum sofficit, ut gressum regeret: illi septuagenario adempta est cataracta, tam fœliciter, ut modò & legat, & scribat, & etiam libros componat. Indiger tamen perspiciliis, quæ sint minimæ sphæræ potrio, seu maximè convexis; ex quibus concludo, crystallinum humorem esse admodum parum convexum, quippe qui indigeat tanto adminiculo, ut penicillos in retina unire possit. Quod tamen mirabile est in prædicto Patre, qui per totam vitam habuit defectum contrarium, nempe myops fuit; contingit autem ferè omnibus quibus cataracta adempta est, ut perspiciliis hujusmodi indigeant, ideoque hæc perspicilia vocantur cataractæ. Potuit verò formari hæc cataracta, forsitan ab ipso humore crystallino exudante, ex quo fit ut non turgescat satis: sed nimis accedat ad lineam rectam, & penicilli non multum accedant inter se, & incurrant in retinam antequam sint uniti; ideoque omnia confusè videantur, nisi adhibeantur perspicilia.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

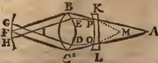
Myopes, retinam à crystallino nimis remotam habent, aut crystallinum nimis convexum.

Myopes vocat Aristoteles eos quos communiter dicimus visûs brevis, (*courte veue*) qui scilicet debent oculis maximè admovere characteres ut legant: horum retina nimis est remota à crystallino, respectivè ad convexitatem crystallini. Cujus rei si velis experimentum sumere in oculo artificiali; objice oculo aliquod objectum illustre; admove, aut remove retinam à crystallino donec objecti imago perfectissimè depingatur in retinâ. Remove retinam à crystallino

confundetur hæc imago. Adhibe oculo ita diſpoſito lentem, aut concavam ex utraque parte, aut ſaltem plano-concavam, diſtinguetur rurſus hæc imago, & eâ ablatâ confundetur.

Ex quo experimento ita licèt argumentari, Myopes ſine perſpiciliis objecta confusè vident: ergo imago objecti confusè depingitur in eorum retinâ; adhibitis perſpiciliis concavis diſtinctè vident, ergo pariter tunc imago diſtinctè depingitur in eorum retinâ; ergo lens concava diſtinguit in eorum retina imaginem, quæ ſine tali lente eſſet confuſa. Sed lens concava non diſtinguit imaginem, quæ confuſa eſt propter nimiam viciniatē cryſtallini, & retinæ, ſed tantū eam quæ eſt confuſa, propter nimiam diſtantiam utriuſque; ergo myopes habent retinam magis remotam quam exigat convexitas cryſtallini. Et cum cryſtallinus minus convexus, ſeu majoris ſphæræ ſegmentum, majorem etiam requirat diſtantiam, habent cryſtallinum nimis convexum, ſeu minoris ſphæræ ſegmentum quam exigat diſtantia retinæ à cryſtallino.

Probatur autem minor, nempe quod lens concava adhibita oculo, non diſtinguat eam imaginem, quæ eſt confuſa propter nimiam viciniam retinæ, & cryſtallini, primò experientiâ deſumptâ ab oculo artificiali. Si enim ita diſponas oculum, ut imago ſit diſtincta, eamque confundas admovendo nimium retinam cryſtallino, ſi adhibeas lentem concavam; tantum abeſt ut eam diſtinguas, quinimmò magis eam confundes. Ratio petitur ex dioptica, ex qua ſuppono lentem concavam radios diſpergere, quare ſi addatur lenti convexæ, facies, ut penicilli ad majorem diſtantiam uniantur, hoc quilibet experiri poteſt. Sume lentem convexam, & nota ad quam diſtantiam radios ſolis uniat, huic adde lentem concavam, (intelligo autem ſemper hîc per lentem concavam, concavo-concavam, aut plano concavam) & videbis requiri majorem diſtantiam, ut radios ſolis rurſus uniat. Sed defectus requirens, ut radii ſeu penicilli ad majorem diſtantiam uniantur, in eo poſitus eſt, ut retina ſit nimium remota à cryſtallino; ergo myopes retinam habent nimis remotam à cryſtallino; quod oſtendendum erat.



Si velis hoc melius concipere. Sit objectum A, oculi chriſtallinus BC, retina HG. ex obiecto A, in cryſtallinum cadant radij AE, AD, qui uniantur ante retinam in puncto I, & ideo poſt interſectionem appellant ſeparati ad retinam, verbi gratiâ in G & H; punctum A videbitur occupare ſpatium aliquod magnum, cum attingat retinam non in uno tantum puncto, ſed in ſpatio HG; unde non poteſt non eſſe confuſio. Si enim cogitetur aliud punctum obiectivum vicinum puncto A, illius aliqui radij cadent in ſpatio GH, & conſequenter duo obiecta in eodem loco videbuntur, & unum in duobus. Adhibeatur lens concavo-concava, cuius ſectio horizontalis KL, hæc diſperget radios AE, AD; eruntque PB, OC, quaſi procederent ex puncto M viciniori, ſed radij ab obiecto viciniori procedentes, ad maiorem diſtantiam uniuntur poſt lentem convexam BC, ſeu chriſtallinum; ergo ſi lens concava adhibita ſit proportionata, radij ex A procedentes, unientur in retina, qui ante retinam priùs uniebantur, & confuſam imaginem exprimebant.

Dixi pariter proportionatam, ſi enim ſit nimis concava, ſeu portio minoris Sphæræ, nimis diſperget radios, unde unientur radij longè poſt retinam, poteritque producere defectum, alterius rationis. Si verò non eſſet ſatis concava, ſeu eſſet portio ſphæræ nimis magnæ, unirentur adhuc radij ante retinam, ideoque licet diſtingueret tantiſper imaginem, non auferret tamen omnem omnino confuſionem.

Ex hoc ſequitur, quod ſi myopes velint adhibere communia perſpicilia quibus ſenes utuntur, nempe convexa, confuſiùs videant objecta, quia perſpicilia convexa adhuc citiùs uniunt penicillos, cùm ergo defectus myopum ſit quòd penicilli uniantur, antequam perveniant ad retinam, & lens convexa ad minorem diſtantiam eos uniat; confundetur magis ac magis imago, & conſequenter objecta confuſius videbuntur.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Quare myopes meliùs objecta viciniora videant quam remota.

Primò experientiâ conſtat, myopes valdè admovere characteres oculis, ut diſtinctè videant: unde objecta remotiora ita confusè vident, ut ſæpe geminata immò triplicata & quadruplicata videant; & ego qui tales habeo oculos, notavi cum primùm animadverti, mihi ut ita dicam abbreviari viſum, cum reſpicerem aliquos characteres majuſculos à longè, eos multiplicatos apparere, ſe invicem decuſſare, & modò dum à longè video, ſæpè duos aut tres ſimul ſpecto. Quorum omnium hîc rationem reddere debeo, & forſitan plura dicam de oculis myopum, quàm de aliis, quia me doctum reddidit experientia, & reflexio peculiaris circà hujuſmodi defectus, ita ut nihil ſim expertus, quod hac noſtrâ hypotheſi explicare facilè non poſſim.

Quæritur ergo quare myopes objecta valdè vicina diſtinctè videant, remota minùs diſtinctè, facilis eſt ſolutio quæ per ſe ex ſuperiorioribus ſequitur. Myopes habent cryſtallinum nimis convexum, & reſpectivè ad illam convexitatem retinam nimis remotam (*per præcedentem*) ex quo fit, ut objectorum penicilli uniantur antequam ad retinam appellant; ſed objecta remota ad minorem diſtantiam uniunt ſuos penicillos, & vicina ad majorem diſtantiam, ergo poterit dari tam parva diſtantia, ut objectorum penicilli præcisè uniantur in ipſa retina; ergo quâ diſtinctè videantur, etiamſi objecta remotiora confuſius ſpectentur.

Si quæras rationem phyſicam hujuſmodi defectus, licèt ſit ſatis difficile, nihilominus certum eſt pleroſque miopes hoc non habuiſſe ab incunabulis, nam ante annum vigeſimum acutiſſimo pollebam viſu, & adoleſcens tam benè à longè videbam, quam quilibet alius. Nonnulli medici aſſerunt cum primum barba erumpit, hoc modo

oculorum

oculorum aciem hebetari, in iis qui dispositi sunt ad hujusmodi defectum, & memini me audivisse de celebri aliquo medico, cujus filius barba carebar, & de eo apud patrem conquerebatur, exquirebatque remedium, cui pater dixit non erit difficile, tale remedium: sed hebetabitur tibi haud dubie oculorum acies, satius est ut barbâ careas, & oculis perspicacibus utaris.

Quæ si vera sint, hæc ratio in medium afferri potest cum maxima probabilitate, quod dum humor quo oculi nutriuntur, præcipuè verò christallinus, in barbam abit, minuatur christallinus humor, & eum tunicæ crystallinum ambientes; maximam adhuc vim habeant; comprimitur crystallinus, & cum non ita abundet humor, fit minoris sphæræ segmentum, & consequenter unit radios ad minorem distantiam quam par sit. Aliæ hujusmodi rationes excogitari possunt.

Dicunt, persæpè accidere, ut qui hoc modo breviorem habent oculorum aciem, melius videant quando fiunt senes, primò quidem certum est, quod ad legendum vix egeant perspicillis: sum ego patre natus, qui septuagenario major nunquam perspicillis utebatur; etiamsi legeret assiduè, nisi dum à longè aliquid spectandum esset, utebatur autem concavis. Poterit tamen accidere, ut ex iisdem rationibus quibus senes fiunt quo ad oculos presbytæ, hoc est crystallinus fiat majoris sphæræ segmentum, alicujus myopis crystallinus ob senectutem; fiat majoris sphæræ segmentum, qui antea nimis convexus erat, & justam aliquam mensuram figuræ induat, ut meliùs videat senex, quàm juvenis.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Myopes minori luce indigent ut legant.

Hæc propositio conformis est experientiæ, experior enim quotidie me cum minima luce posse legere, in qua alii vix internoscere possunt, ibi exaratos esse characteres. Ratio clara est: Objectum vicinius fortius agit, & plures emittit radios quam objectum remotius, ut ostendi (*prop.* 14. *hujus*,) sed myopes, ut videant distinctè debent objecta maximè oculis admovere, ergo objectum erit in ea distantia in qua, & fortiores, & plures emittit radios; ergo in qua fortiùs, & potentiùs agit. Alii autem qui consuetam habent oculorum aciem, multò magis presbytæ, si oculis propiùs objecta admoveant, nihil nisi confusè videbunt, nam cum objecta propinqua ad majorem distantiam penicillos uniant; non erunt uniti dum excipientur in retina; si removeant ab oculis objecta, non satis validè agent in oculum, quia supponuntur esse parùm illuminata. At verò myopes, cùm in parva distantia distinctè videant; (*per precedentem*) erit sufficienter luminis, ut objectum in ea distantia agat satis validè in retinam.

Adde quod ut plurimùm myopes pupillam nimis habent ampliatam, unde plures excipiunt radios, quàm aliqui qui pupillam habent coarctatam, & quæ licèt in tenebris aperiatur magis ac magis, nunquam tamen ita aperietur, ac pupilla quæ jam suapte natura nimium est ampliata.

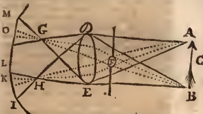
PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Quare myopes meliùs videant per exiguum foramen.

Istud sæpè expertus sum, dum à longè aliquid spectandum erat, nec suppetebat copia lentis cavæ; acceptam chartam acicula perforabam, & satis distinctè videbam. Videtur autem nihil posse conferre subsidii hujusmodi foramen eum in eo nulla fiat refractio, ergo si penicilli non uniuntur sublata charta, neque adhibita magis uniuntur, ergo æquè confusa videtur fore imago.

Nihilominus assero hujusmodi foramine vitari confusionem, & suppleri defectum pupillæ, quæ satis coarctari non potest, unde myopes dum à longè aliquid spectare volunt, ut vitent confusionem quantum possunt, advocant subsidium palpebrarum, quas claudunt, non quidem omninò, sed quam paucissimos admittunt radios. Ostendo autem hujusmodi foramine castigari confusionem,



Sit enim objectum AB, primo visum absque eo quod interponatur charta perforata, quia radii emissi ex punctis A & B, uniuntur ante retinam (*per* 19. *hujus*) erit confusio, & punctum A emittet radios in toto spatio LI, & B, in toto MO, ideoque non erit locus ad pingendum punctum C, sed confusum erit cum A & B, adhibeatur charta perforata in F, & excipiens omnes alios radios præter eos, qui transmittuntur per foramen, quia foramen non est indivisibile adhuc per illud transmittuntur plures radij. Posui duos extremos in figura qui uniuntur quidem ante retinam, in punctis G & H, in retina tamen non occupabunt magnum spatium, quare erit distinctio non tamen omnimoda.

Sequitur ex eô, quòd obiectum videatur minus, per huiusmodi foramen, quam si nudo oculo spectaretur, ratio clara est ex superioribus, illud maius apparet (*per corol.* 5. 5. *huius*) cuius imago maior est in retina; sed objecti AB imago major est in retina, quando nudo oculo spectatur, ac quando spectatur per foramen, nam dum spectatur nudo oculo imago occupat spatium MI, & dum respicitur per foramen, occupat tantùm spatium KO; ergo objectum minus apparet, per foramen quam si simpliciter respiceretur.

Hoc autem non debet accidere iis qui objectum distinctè vident, quia cùm in eorum retina penicilli, seu radii ad idem punctum objecti pertinentes uniantur, etiamsi propter interjectam chartam aliqui radii ex singulis penicillis intercipiantur

piantur, non desinent eædem partes retinæ à reliquis affici, atque adeo eandem magnitudinem habebit imago, ergo objectum æquale apparebit.

Poterit etiam foramen esse usui presbytis, & non tantum myopibus, quia presbytæ etiam aliquando confusè vident, licèt illa confusio oriatur ex contrariâ causâ; nempe quod retina excipiat penicillos antequam sint perfectè uniti, unde fit ut penicilli diversarum partium in retina se confundant; quare si admittantur radii tantum per foramen, etiam distinguetur imago, & minor apparebit.

In utroque autem casu colores apparent dilutiores, & minus vivaces, quia per pauciores radios videntur, ideoque minùs afficiunt retinam.

Dum myopes objecta dissita respiciunt conniventibus, ut dixi palbebris, & semiapertis, defectus seu confusio est potiùs secundum planum horizontale, quam secundum planum verticale: hoc est si hominem respiciant, potiùs quatuor aut quinque homines, aut potiùs hominum umbras videbunt dispositas secundum planum horizontale, quam quatuor homines sibi invicem impositos. Duplex est ratio hujus rei; quia etiam si hominem hoc modo verticaliter multiplicatum viderent, non ita benè animadverterent multiplicitatem. Quia, verbi gratis, ponamus videri quatuor capita in plano verticali sibi invicem sopetposita, aliquod eorum videretur in eodem loco cum pectore, ideoque quia non benè distinguit singulas partes confundet cum pectore, putabitque se tantum ibi videre hominis unius corpus. At vero si videt duo, aut tria capita horizontaliter quasi disposita, non confundetur eorum visio cum visione alterius partis corporis, atque adeo melius distinguentur. Secunda ratio petitur ex eo quod palpebræ castigent hujusmodi confusionem, secundum planum verticale, non autem secundùm planum horizontale. Hoc est quia, palpebræ sunt diductæ secundùm planum horizontale, non impedient confusionem, quæ oritur quasi in latum, quia secundùm planum verticale, accedunt ad se invicem, ideo secundum altitudinem minor erit confusio. Adde ulteriùs quod quis conniventibus hoc modo palpebris, aliqui ciliorum pili pupillæ objiciuntur, ideo fit aliqua in latum distinctio imaginum, quasi per multa foramina secundùm lineam horizontalem disposita respiceremus. Ita sæpè ex majori distantia tres, aut quatuor homines video, seu potiùs hominum umbras, una tamen distinctiori; quod verò distincta hujusmodi objecta, & quasi separata à totali imagine videantur, hoc tribui debet ciliis, eas separantibus, & interrumpentibus.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Adhibitâ lente concavâ objecta minora apparent; & quò magis lens ab oculo removetur eò minora apparent.

Non intendo hic rationem ultimam afferre cur hæc fiant, esset enim desumenda ex reconditioribus dioptrices arcanis, sed tantum aliquid delibare, ut meliùs oculi natura intelligatur. Hanc affectionem tantum probo experientiâ desumptâ ab oculo materiali. In quocumque situ volueris relinque retinam, meliùs tamen erit si fuerit in situ proprio myopum, seu eorum quibteviorem habent oculorum aciem. Objice oculo ita disposito objectum illustre, & nota diligenter magnitudinem imaginis in retinâ chartacea depictæ, adhibeatur lens concava; hæc imago minor erit: removeatur ab oculo lens concava, adhuc minor erit imago.

Et ubi aliquando fuerit distincta, sive oculo magis admoveas lentem concavam, sive illam ab oculo removeas confundetur imago. Ex quo more nostro deducere possumus ex oculo artificiali ad naturalem: Quando imago quæ depingitur major, aut minor est in oculo artificiali, depingitur etiam aut major, aut minor in oculo naturali; & quando confusa est in uno est etiam confusa in alio. Sed quando major, aut minor depingitur in oculo naturali, majus aut minus cæteris paribus apparet objectum: ergo in omnibus illis casibus debet oculus naturalis videre objectum minus, aut confusius.

In quo notandum est, quod myops quâlibet ferè lente concavâ in aliqua distantia debeat distinctè objecta videre, hoc est si lens non est satis concava, ut uniat penicillos in retinâ, eam removeat ab oculo; poteritque eos præcisè unire; ideoque adhibere potest utiliter lentem non satis concavam, modò illam ab oculo removeat. Patitur tamen aliquod dispendium, quod objectum non ita magnum videbit, ac si lentem sibi proportionatam, oculo propiùs admoveret.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Myopes objecta lucida à longè posita vident majora, rotunda, maculis infecta.

Affero commune experimentum, myopibus quidem, non aliis & hoc experior quotidie; Quotiescumque facem à 20, passibus aut pluribus intueor, eam video rotundam, tanquam circulum, cujus diameter sit unius pedis; & quò magis disto à face, eò majorem video circulum. Si verò accedam ad facem, eum circulum minorem video, & magis accedentem ad figuram pyramidalem facis accensæ; donec tandem in distantia unius, aut alterius passus, video flammam illam distinctè, & cum figurâ propriâ.

Secundò ille circulus non est continuus, sed maculis nigris rotundis, & etiam oblongis interpunctus, video similes maculas in omnibus facibus, etiam si essent centum.

Tertiò quando intueor plurimas faces accensas non multum à se invicem distantes, illi circuli se intersecant.

Quartò non video easdem maculas, uno oculo, quas alio intueor, pluresque video duobus oculis, quam unico.

Quintò duæ faces inæquales in maximâ distantiâ, videntur tamen ut circuli æquales.

Sextò si humidus sit oculus, ita ut illi adhæreat aliqua guttula; videbuntur plures maculæ, quæ deterso oculo evanescunt.

Septimò si manum sensim oculo admoveam ad latus unum, antequam aliquam facem manu occultem,

occultem, singulorum circulorum lucidorum partem aliquam intercipit.

Non omnes haud dubiè in seipsis id experientur, quia omnes myopes non sunt; ego tamen nihil hic dico quod singulis diebus non experiar. Ita ut fit mihi jucundissimum spectaculum, altare pluribus ornatum cereis intueri, flammas enim cereorum vix distinguo, unam ab aliis; sed videntur mihi quasi unicum peristroma lucidum.

Puto quod si alicui id non accideret, si uteretur lente aliqua valde convexa, quam oculis propiùs admoveret, id etiam pateretur: horum igitur effectuum rationem reddo in hac propositione.

Dico igitur hunc esse oculorum defectum proportionaliter eumdem cum illo quem propositione 15. de presbytis explicui. Nisi quòd faciliùs notari possit in myopibus, quàm in presbytis, quibus id non accidit nisi respectu objectorum minutorum, & valdè lucidorum: cum myopes, id patiantur respectu objectorum etiam dissitorum, & majorum, sed ex contraria causa; nempe ex eo quod retinam nimis remotam habeant, aut quod idem crystallinum convexiorem.

Si velis in oculo artificiali experimentum sumere, infice oculi artificialis crystallinum variis notis opacis, putà chartaceis, eique oppone in distantia decem, aut plurium passuum faces accensas, tres aut quatuor, tunc adduc retinam chartaceam, donec istarum facium in eâ inverso situ distinctissimè exprimantur imagines; & quia experimentum sumis pertinens ad myopes, quorum ostendi ut suprà, retina nimium abest à crystallino, remove adhuc ulteriùs retinam à crystallino; spectabuntur imagines ad modum circulorum lucidorum, in quibus corpora opaca, crystallino imposita, notabuntur. Si recedas ulterius augebuntur imagines; quod si faces objectivæ non multum distent ab invicem, circulares earum imagines se intersecabunt; si ex latere unius pupillæ corpus opacum admoveas, nullam ex imaginibus obliterabis: sed tantum ex singulis aliquam partem auferes; sinistram quidem, si ex sinistrâ pupillæ parte corpus opacum admoveris, quæ omnia indubitata sunt: ergo jam unum habemus, hæc omnia oculo artificiali accidere.



Sint faces A, B, trajicientes radios per pupillam CD, in crystallinum OE, & quia de myopibus loquimur uniantur penicilli, seu radii ad eandem objecti partem pertinentes in G, & F, post quam unionem, cùm sint lineæ rectæ necessariò, rursus ab invicem recedent, & efformabunt in retina circulum, ex suppositione quòd pupillæ foramen sit rotundum: si removeatur oculus à facibus; quia objecta remotiora ad minorem distantiam post crystallinum (*per* 8. *hujus*) penicillos uniunt: erunt priùs uniti quàm perveniant in F & G: ergo ab invicem magis recedent, formabuntque circulos majores; qui tandem ita possunt excrescere, ut se intersecent.

Insuper addo si crystallino adhæreant corpora opaca, hæc intercipient aliquos radios cujuscumque facis; ergo cum hi radii in diversis punctis retinæ recipiantur, animadvertetur in ea parte defectus luminis, & apparebit umbra aliqua, seu privatio lucis. Eodem prorsus modo quo explicuimus Propositione 15. de presbytis.

Denique si verbi gratiâ ex parte D sinistra, pupillæ admoveatur corpus opacum D, illud intercipiet radios AE, BD; ergo aliquis radius deficiet tam in H, quam in K, & quia imagines depictæ in sinistra repræsentant objecta dextra, & vicissim: videbitur occultari aliquid ex utroque objecto, utrumque enim objectum apparet, ut circulus; ergo omnes circuli lucidi objectivi, videbuntur decurtati aliqua parte, sinistra nempe, si corpus opacum fuit admotum ex parte sinistrâ, quia imago deficit ad latus contrarium seu dextrum.

Quia utem ambo oculi non habent eosdem defectus, seu easdem, & similes notas opacas, neque eodem modo dispositas: inde accidit adhuc major confusio, dum uni oculo aliquæ partes circulorum lucidorum deficiunt, aliæ alteri, ita ut idem pene fiat quod nobis accidit, dum compresso tantisper crystallino, & ad latus impulso geminamus objecta, in eodem loco videmus duplex objectum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

De capillitio stellarum.

Notatum est experientia stellas apparere majores, quàm apparere deberent in tali à nobis distantia, ita ut telescopia satis longa, quæ cætera objecta augent, stellas minuant, seu minores exhibeant, quam nudo oculo, nullisque auxiliis instructo apparerent. Quæritur autem hujus rei ratio. Suppono tubum Opticum, seu Galileanum, aut Hollandicum objecta majora exhibere.

Ratio quare stellæ non augentur tubo Optico est hæc; quilibet oculus ex certa distantia objecta distinctè videt, (*ut experientia constat*) ita etiam presbytæ ex duobus, aut tribus passibus distinctissimè legunt, habentque vim distinguendi objecta ad majorem distantiam: non tamen ad omnem, quia non potest retina accedere ad crystallinum nisi ad determinatum intervallum; sed si aliquod objectum uniat penicillos antequam perveniant ad retinam: erit confusio in imagine, & consequenter confusio in objecto, hoc est objectum confusè spectabitur, confusione illâ quæ est propria myopum, nempe quod respectu illorum objectorum retina erit nimis remota; sed (*per* 8. *hujus*) objecta remotiora ut sunt stellæ ad minorem distantiam à crystallino radios uniunt: ergo stellarum remotissimarum, radios crystallinus uniet antequam perveniant ad retinam; ergo majores videbuntur stellæ, quàm par sit (*per præcedentem*) omnes enim respectu objecti, ita dissiti ut sunt stellæ, sunt myopes, seu habent retinam nimis remotam à crystallino, quam exigat visio distincta objecti ita remoti.

Tubus

Tubus verò opticus auget quidem imaginem rei, sed etiam distinguit: hoc est unit radios pertinentes ad eandem partem objecti, ex quâ uuione radiorum (*per 23. hujus*) fit ut imago fit minor iu myopibus; ergo si tubus opticus non tam augeat imaginem, augendo angulum sub quo videtur objectum, quam illum minuat propter unionem penicillorum; multò minor fiet imago, quam spectaretur nudo oculo confusè scilicet illam spectante. Quod ut paucioribus verbis exprimam, tubus opticus castigat capillitii alicujus circa stellam visi, luxuriem, seu unit iu eodem puncto retinæ radios ad idem punctum stellæ pertinentes.

Ex hoc sequitur primò malè poni communiter ab Astronomis diametros stellarum, qui includunt iu earum diametrum capillitium illud adscititium, quod nihil est aliud, quàm ludibrium oculorum, tem eandem in plutibus locis contiguis spectantium, eò quòd penicilli diversas retinæ partes attingant.

Secundò. Sequitur non semper eas esse majores stellas, quæ majores apparent, quæ enim lucidiores sunt, etiamsi reverà minores existerent, majores apparerent, quia dum stella obscurior spectatur hoc modo, & percipitur visione confusâ, eo quod penicilli non perfectè uniantur: multi radii præcipuè ad latera sunt ita remissi, ut uon sint capaces efficiendi visionem in iis partibus; qui si prodirent ab agente potentiori, seu à stella lucidiori, sufficienter determinarent potentiam ad videndum, atque adeò per eos videretur stella, & cùm ex suppositione incidant in aliam partem retinæ (*per 5. hujus*) in alio adhuc loco eam repræsentarent; ergo majorem.

Idem suadetur aliâ experientia; Si miops stellas respiciat, adhibito specillo suo concavo, quo nempe uti debet, ut eas distinguat; non tantam notabit diversitatem inter stellarum magnitudinem, quantam oculus nudus animadvertit; easque ferè omnes æquales in magnitudine deprehendet; solaque majori luce eas inter se distinguet. Quod accidit ex eo, quod specillo concavo eas spoliet suo capillitio.

Quæres quare non videatur simile capillitium in luna. Nam tubus opticus eam majorem exhibet quam nudus oculus.

Respondeo videri etiam in luna aliquod capillitium radiosum, sed quod respectu corporis lunaris nihil sit; hoc est capillitium illud non augetur secundum magnitudinem corporis, sed manet semper idem, etiamsi corpus cui advenit, augeatur. Unde illud capillitium, augendo diametrum alicujus stellæ undequaque crassitie unius verbi gratia lineæ, notabiliter illam auget, comparativè scilicet ad ejus magnitudinem, si verò propter exorbitantes hujusmodi radios, augeretur diameter lunæ crassitie unius lineæ, non propterea multò major appareret: ita senes dum aliquid minutum, & lucidissimum in minima ab oculo distantia vident, majus deprehendunt; si verò sit aliquid majus, licet paulisper augeatur notabile augmentum non est.

Propter eamdem rationem de nocte, valde dissitos ignes longè majores videmus, quam habita ratione distantiæ videri deberent, quia nempe non uniuntur perfectè penicilli; ideoque spectantur hujusmodi objecta cum aliquo capillitio. Deinde id quod multùm confert, ut majora videantur, est pupillæ ampliatio. Ex hac enim ampliatione fit, ut plures radii in crystallinum incidant quorum multi sunt valde obliqui, & non satis bene uniti in retina, ideoque majorem locum in ea occupant. Certum est enim in lentibus sphæricis convexis qualis est crystallinus; licet radii ab eadem objecti parte prodeuntes uniantur, non tamen ita perfectè; unde qui magis obliqui sunt minùs bene uniuntur cum perpendiculari, sed quò magis dilatatur pupilla, & ampliatur eò plures, & magis obliquos admittit radios. Ut si sit crystallinus AB, objectum C, si pupilla restringatur, admittet tantum radios CD, CE, si verò amplietur admittet etiam radios CA, CB, magis obliquos, magis autem obliqui minus bene uniuntur in eodem puncto. Nam ut in dioptricâ ostendemus lens sphærica, non omnes unit radios, in eodem puncto lineæ perpendicularis: sed tantum viciniores axi.



PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Meliùs & distinctiùs oculus videt per axem opticum.

Vocamus axem opticum lineam ab objecto ductam, & transeuntem per centra omnium humorum, seu perpendicularem ad omnes humores, & per centrum ipsius pupillæ transeuntem.

Primò hæc propositio constat experientia, dum enim legimus, licèt totam paginam simul intueamur, non possumus tamen sine motu locali, aut oculi, aut scripturæ totam legere; sed opus est ut perpendiculariter oculum obvertamus ad singula verba, & hoc nemo negare potest. Ex quo concluditur evidenter, ea objecta quæ in illa linea perpendiculari posita sunt, clariùs, & distinctiùs videri, alia verò valde confusè; ita ut ea distinguere non possimus, quæ ad latera nobis objiciuntur. Cujus experientiæ communia ratio quæritur.

1. Ratio sit physica. Retina compacta est ex fibris ad modum retis, quæ omnes fibræ à nervo optico protenduntur; præcipua autem sentiendi vis est in nervis; ergo si immediatè nervus opticus impressionem ab objectis factam exciperet, meliùs sentiet, quam si mediantibus tantum aliquibus fibris ab ipso prodeuntibus impellatur: præcipuè cum in uervo sint spiritus animales ad sensationem requisiti. Igitur pars illa oculi quæ respondet perpendiculariter pupillæ, est perfectioris, & distinctioris visionis capax, debuit tamen etiam visio fieri licèt minùs exactè in aliis partibus; esset enim maximè incommodum

commodum, si eam tantùm partem objecti videremus, quæ directè oculo opposita est, quia difficile esset invenire id quod distinctè videndum esset. Quod ut benè intelligatur hac similitudine: dantur duæ species tubi optici, datur tubus opticus communis seu Galileanus, instructus duabus lentibus, convexâ scilicèt, & concavâ, qui tubus licèt satis augeat objectum, & distinguat, id tamen habet incommodi, quòd paucissima objecta simul ostendat, ita ut in toto exercitu unicum tantum hominem spectare possis. Ex quo oritur maxima difficultas in inveniendo eo objecto, quod distinctè videre volumus. Datur & alius tubus opticus ex pluribus lentibus convexis constans, planitiem integram simul exhibens; licèt autem ex tantum partes objecti distinctissimè videantur, quæ directè illi objiciuntur, maximæ tamen est utilitatis, quod reliquæ etiam exhibeantur, licèt non ita distinctè.

Idem in oculo considerare possumus si illud tantum objectum videretur, quod directè oculo nostro respondet: maximam difficultatem pateremur in obvertendo oculo ad objectum aliquod determinatum, quæ difficultas tollitur ex eo quòd ferè totum hemisphærium simul videamus, saltem confusè.

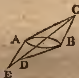
Secunda ratio erit optica. Illud minus perfectè videri debet quod vi radiorum minùs perpendicularium videtur, quam quod per radios magis perpendiculares, in retinam agit: sed objectum directè oppositum oculo, agit per radios magis perpendiculares, quam illud quod obliquè tantùm, & ad latera situm est; ergo objectum quod obliquè, & ad latera situm est respectu oculi, minus perfectè videri debet. Major probatur, quia radius perpendicularis majorem impressionem facit, totus impetus in objectum agit, minus repellitur. Ita si disjiciendus sit murus, ictus bombardarum obliqui leviter tantum murum perstringunt, qui verò sunt magis perpendiculares vehementius muros quatiunt. Radii solis in terra excepti magis perpendiculariter vehementiorem calorem producunt.



Deinde magis dispergumtur, radii luminis dum minus sunt perpendiculares. Minor vero faciliùs suadebitur. Sint objecta A & B, à quibus per pupillam CD, plurimi radii incidant in crystallinum, dico objectum A, immittere radium perpendicularem AG, item alios radios ACG, ADG, non multum distantes à perpendiculari AG, objectum vero B, quod ad latera situm est, nullum habet radium perpendicularem. Nam ille ab uvea intercipietur, tantumque videtur per radios obliquos: ergo non ita potentes aget; ergo non ita bene videbitur.

Tertia ratio petetur ex eo quod plures radii ex puncto A, admitti possint per pupillam quam ex puncto B. Ducatur enim ex puncto D, linea DI, & perpendicularis D C; linea C D metitur distantiam radiorum AC, AD, ab invicem, & linea DI, distantiam radiorum B C, B D. Sed in triangulo CID, rectangulo in I, (*per* 19.1.*Eucl.*) linea CD major est quàm I D; ergo plures radii recipi possunt inter AC, AD, quàm inter BC, BD. Quod adhuc facilius probarem ostendendo angulum CAD, majorem esse quam CBD, sed immorari nolo, quia hæc ratio ostendit tantum melius, & intensius videri objectum in A positum, quàm in B, non tamen distinctiùs: seu hæc ratio probat quidem quod si duo objecta æqualiter distent ab oculo, quod directè objicietur oculo melius, & cum majori vivacitate videbitur; non autem quod objectum remotum directè oppositum distinctiùs videatur, quam proximum obliquè spectatum.

Hocque sit quarta ratio petita ab experientia: Sumatur præ manibus lens convexa, qualis est crystallinus: Illi objiciantur duo objecta illustria unum quidem directè, aliud obliquè, consideretur que imago utriusque depicta post lentem in charta; imago objecti directè oppositi, perfecta erit, & distincta, alia verò confusissima. Ratio ulterior in dioptricis explicabitur: ostendimus enim, non omnes radios uniri in eadem parte perpendicularis, sed tantum aliquos, ita tamen ut qui non distant multum à perpendiculari ferè in eodem puncto uniantur; alii verò non uniantur, sed quando lenti objicitur obliquè objectum, ut lenti



AB, objectum C, aliqui radii uniuntur in D, alii in E, quod hic indicare sufficiat: cum experientia sit facilis, quam quilibet sumere potest.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana.

Fiunt aliquæ lentes ex una quidem parte planæ, ex alia verò pluribus constantes planis ad invicem inclinatis quibus unicum objectum multiplex videtur. Experientia communis erit in oculo artificiali. Oculum artificialem objecto illustri opponatur, & in eo sito colloca retinam in quo distinctam illius objecti imaginem exhibeat. Tum lentem illam polygonam adhibe, multiplicabitur in retinea chartacea imago objecti, ut experientia probabit; ergo si oculo naturali eadem lens adhibeatur, multiplicabitur imago; sed quoties multiplicatur imago in eodem oculo, objectum in pluribus locis videtur, cum singulæ imagines repræsentent illud in linea recta ab imaginibus, per centrum retinæ ducta, ut ostendimus,

mus, (*propositione 5, hujus*) ergo objectum multiplex videri debet. Deducimus ergo ex hac propositione perfectam analogiam, & similitudinem inter oculum artificialem, & naturalem. Puto enim me satis perfectè explicare naturam oculi nostri si illa omnia, quæ in naturali accidunt, ostendam in artificiali. Nihil enim aliud exigere debemus in naturali quam quod facilè, & nullo negotio omnes experientias explicare potest. Sed eas tantum partes agnoscendo in oculo naturali, quas in artificiali posuimus, omnes experientiæ nullo negotio explicantur. ergo supervacaneum est alia quærere principia.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Quem effectum in oculo producat tubus opticus.

Certum est tubum opticum duo præstare. Primò majora ostendit objecta; secundò distinctiora. Ad primum requiritur, ut imago sit major in retina; ad secundum exigitur, ut sit distincta: distincta autem erit, si singulorum penicillorum radii in eadem parte retinæ uniantur.

Ut ostendam autem ita rem se habere experimento facili: expone oculum artificialem objecto dissito saltem quadringentis passibus communibus, sed valdè visibili, putà turri alicui dealbatæ, & solis radiis bene illustratæ. Ut autem facilius totum negotium peragatur; alicui fulcro immobili oculus artificialis imponatur, ne nutet, & moveatur: tunc diligenter nota magnitudinem,& distinctionem imaginis, illius objecti in retinâ chartaceâ descriptæ, animadvertesque eam valdè exiguam, & non multum distinctam, ita ut vix adæquet unam, aut alteram lineam, etiamsi objectum sit turris aliqua. Immoto oculo adhibe tubum opticum, præcipuè verò compositum ex duabus lentibus convexis, melius enim res succedet: tubum autem aptabis, ut par est, relicto aliquo spatio, inter ocularem lentem, & oculum chartaceum, videbisque tunc imaginem illius primi objecti mirum in modum auctam, distinctissimam: & erectam. Ex quo concludo verè tubum opticum idem præstare in oculo naturali: cum enim eædem sint dispositiones in utroque, saltem proportionaliter, iidem etiam ab iisdem agentibus effectus produci debent. Erigitur autem imago, tubo optico duabus convexis instructo lentibus: erecta autem imago objectum inversum repræsentat (*per 5. hujus*) & de facto si utamur tali tubo, objecta inversa spectabimus. Volo autem in hoc experimento,ut potiùs utaris hac tubi specie quam aliâ; quia tubus communis Hollandicus, totum simul objectum non exhiberet, ideoque esset nimia difficultas in dirigendo tubo in tale determinatum objectum.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

De oculorum suffusionibus, muscis & aliis hujusmodi.

Interfui aliquando Medicorum satis peritorum consultationi, circa morbum, aut defectum oculorum, quem aliquis è nostris patiebatur. Cum autem ex suis tantum principiis loquerentur, nec opticas rationes advocarent; mirum quantum in re alioquin facili hallucinabantur: referam morbum, & eorum sententias. Conquerebatur ægrotus quod ferè continuò sibi obversari videret aliquam notam obscuram, ad modum muscæ alicujus volantis, & in omni objecto insidentis. Nullum autem dolorem se pati, nihil aliud sinistri in oculis suis contingere asserebat. Re din inter eos agitata talis fuit sententia: hujusmodi notam esse rudimentum aliquod cataractæ, quæ pupillæ insideret, immò aliquis eorum perspicacior, inspectis diligentiùs ad lucem oculis, se in medio pupillæ eam notam videre asserebat. Ridebam ego tacitus, nec multùm eos hallucinari dolebam,cum ex hoc illorum errore nihil mali ægroto contingere, sed potiùs sacerdotium accelerandum præviderem, ut de facto contigit.

Dico ergo hujusmodi notam oculis semper obversantem non fuisse rudimentum aliquod cataractæ in pupilla, aut ante pupillam inchoatæ. Nam si fuisset aliquod initium cataractæ; nempe aliquod corpus opacum, minutum tamen, & non claudens totam pupillam; sed partem tantum ejus exiguam: illud corpus intercepisset, singulorum objectorum aliquem radium, & nullius objecti omnes radios; ergo non debuisset videri potius ante unum objectum quam ante aliud, vel melius illud objectum videri non debet potius ante unum objectum quam ante aliud, nisi impediat potiùs, ut imago unius objecti depingatur in retina, quam alterius objecti,sed tale corpus opacum minutum in pupillæ foramine existens tale est. Deinde per se videri non debet, quia non illuminatur ea parte qua ad oculum vergit; secundò nimis est vicinum crystallino quam ut radii ab ipso ad diversas partes crystallini uniantur in eâdem parte retinæ, quod necessarium est ad distinctam visionem,quæ ratio meliùs intelligetur si proprietas lentis consideretur, quæ radios parallelos, aut quasi parallelos in ipsam incidentes unit in puncto foci, qui verò in ipsam incidunt ex distantia valde parva non uniuntur ab ea. Denique ut videatur eodem modo, quo diximus notas opacas in crystallino existentes videri, in face accensa dum à myope spectatur à longè; necessarium est ut radius quem intercipit, & impedit, incidat in distinctam partem retinæ, hoc est ut ab ea parte objecti, quam occultat nullus alius radius incidat, in eandem partem retinæ. Sed quoties retina est in debito situ ad videnda objecta distinctè (suppono autem etiam dum obversatur oculis, hæc musca,objecta distinctè videri) ab ea parte objecti cui insidere videtur hæc musca,alii multi radii incidunt in eandem partem retinæ, quia ex suppositione non occupatur nisi exigua pars pupillæ: ergo nullum objectum debet occultare hæc nota.

Si velis aliquid tale in oculo artificiali experiri, notam minutissimam appende in foramine pupillæ, & obverte oculum ad objectum, ita tamen ut retina sit in situ requisito, ut objecta distinctè videantur; nullo modò apparebit hæc nota, nec ejus imago, aut umbra in retina. Verum quidem est hanc notam opacam, aliquid detrahere de intensione colorum in singulis imaginibus, quia cujuslibet objecti aliquem radium intercipit.

Dico

Dico insuper notas opacas in cornea, aut in crystallino existentes nihil tale effecturas; quia pariter nullius objecti omnes radios intercipiunt, sed singulorum objectorum unum: ergo non debet videri potiùs insidere uni, quam alteri objecto.

Dico tertiò eam notam opacam potuisse esse aliquam bullam in humore vitreo, existentem satis vicinam retinæ, quia ad hoc ut potius uni objecto insidere videatur, debet alicujus determinati objecti, aut omnes radios, aut saltem ple-



rosque impedire. Ut si sint duo objecta A, & B, mittentia radios per pupillam CD, ita ut radii pertinentes ad punctum A, uniantur in E, & emissi à puncto B, uniantur in F, si supponatur aliquod corpus minutissimum, & opacum vel in pupilla CD, vel in crystallino GH, aut etiam in parte vitrei vicinâ crystallino, intercipietur aliquis radius tam ex objecto A, quam ex objecto B, ideoque nulla erit ratio, quare potius ea nota animadvertatur in objecto A, quam in objecto B, idem dico de cornea. Si verò existeret in vitreo prope punctum E, posset omnes radios ab objecto A, prodeuntes intercipere; atque adeo videri aliquid deficere in objecto A, nempe aliqua nota nigra.

Probabilius autem, puto hujusmodi defectum sæpe inveniri in ipsa retina, quæ in aliquibus partibus induratur, atque adeo fit minus apta ad videndum, unde perinde se habeat, ac si nullam reciperet impressionem ab objecto. Sed si nullam exciperet impressionem, videretur in objecto aliqua nota nigra, ergo si accidat, ut retina aliqua sui parte induretur, poterit videri hujusmodi nota. Hæc autem nota non videbitur fixa, sed mobilis, neque enim partem retinæ obvertimus immobiliter ad idem objectum, sed intuemur modò hoc, modò illud objectum. Hoc accidit iis qui solem intuiti sunt, qui propterea in objectis singulis solem vident, eo quod retina fuerit vulnerata.

Alia quæstio quæ fieri potest est circa suffusiones oculorum, quas in objecta refundimus, certum enim est quod ictericis omnia flavescant, aliis omnia objecta in ruborem abeant. Ratio in promptu est. Idem enim illis accidit, quod iis qui trans vitrum viride respiciunt; tinguntur enim radii luminis per hujusmodi vitra. Quid autem fit illud tingi radiis luminis explicabitur suo loco, sufficiat modò idem accidere oculo naturali quod accideret oculo artificiali, si lens quæ locum obtinet crystallini esset flava; imagines enim objectorum in retina flavescerent; sed imagines flavæ repræsentant objectum flavum. Ergo quibus aliquis humor exundat in oculum, & cum humoribus miscetur, aut tunicas perfundit, omnia in talem colorem degenerant, quod difficile non est, difficultas erit paulò major in determinando loco illius suffusionis. Certum est autem quod si fit generalis respectu omnium objectorum, hoc est ita ut omnia objecta eundem induant colorem, poterit ille defectus esse, vel in cornea, vel in crystallino, vel in vitreo, vel tandem in retina: nam in quocumque horum invenietur generalis quædam suffusio, omnia etiam objecta simili colore vestiet. Cum enim nullus radius ab objecto in retinam pertingat, qui non transeat per corneam, aqueum crystallinum, & vitreum, quodcumque horum suffundetur colore, eundem radiis omnibus affundet.

Si verò hoc universale non sit, sed aliqua tantum objecta colorem mutent, aliter philosophandum est. Audivi aliquem ex nostris qui assereret se in quolibet objecto videre notas aliquas rubeas, quæ partem tantum objecti inficerent, aliis cum naturali colore permanentibus. Quæritur in quânam parte oculi inveniretur suffusio, quæ hoc modo visionem vitiaret. Assero autem hunc sanguinem exundantem hec inveniri in crystallino, aut tunicis eum ambientibus, nec ante crystallinum. Si enim insideret crystallino, aut humori aqueo; inficeret cujuscumque objecti aliquem radium, & nullius objecti omnes radios, ergo non affunderetur color ille potiùs uni objecto, quam alteri. Antecedens facilè probatur: Singulæ partes objecti emittunt radios in singulas partes aquei, & crystallini, ergo non omnes radii alicujus objecti, peregrino eo colore tingerentur: sed tantum unicus cujuslibet objecti; ideoque omnia æqualiter objecta tali colore perfunderetur. Unde assero exundasse hunc sanguinem, vel in ipsam retinam, vel in vitreum prope retinam, quia hoc posito sequitur quod extremitates penicillorum, quæ jam sufficienter separatæ sunt ab invicem, & distinctæ ab aliis penicillis, per talem suffusionem transeuntes colorem accipiant. Penicilli autem pertinent ad diversa objecta, neque enim singula objecta in singulas retinæ partes agunt, sed quælibet partem distinctam sibi vendicant, ex quo fit ut si pars aliqua inficiatur colore, objectum quod in ea suam depingit imaginem, simili tinctum colore videatur.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

De radiis qui videntur ex facibus erumpere.

Experientia communis est dum palpebræ tantisper connivent, videntur aliqui radii luminosi ex facibus erumpere, & fere ad nos usque pervenire, apertis autem omnino oculis tales radii evanescunt, ita ut ne vestigium quidem appareat. Quæritur hujus experientiæ ratio. Dico ergo id oriri ex ciliis; palpebræ enim nihil efficere possunt, nisi quod oculos ex parte claudant, vel quòd etiam pupillæ admoveant cilia. Ex primo nihil sequi potest, ostendimus enim quod licet media pars pupillæ clauderetur, objecta tamen eadem, & in eodem loco viderentur. Quare restat ut per reflexionem factam in ciliis videatur sax eadem; quæ reflexio cum fiat in pilo nullam ferè latitudinem obtinente, necessarium est, ut fiat tantum

tantum in longitudinem, appareatque tanquam radius aliquis.

Multa autem considerati possunt; nempe quod radii aliqui se intersecant, quod ex ciliorum dispositione oritur.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Pupillæ variatio.

Hæc propositio sola constat experientia, & ea duplici. Si in alicujus pupillam diligenter intendas, dum ad magnam lucem oculum convertet, coarctabitur ejus pupilla, dum verò ab ea paulisper recedet, notabis pupillam sensim aperiri, & dehiscere. Idem etiam eveniet si in rem minutam sed valde vicinam oculum intendat, angustior fiet pupilla; dum verò res minuta ab oculo recedet, sensim ampliabitur pupilla, qui motus naturalis est, & non spontaneus. Ita de nocte pupillam ampliorem, de die angustiorem habemus; notandum item hunc motum non fieri nisi sensim.

Ex hoc rationem reddemus quare qui ex magna luce in locum tenebrosum se transferunt, statim nihil videant, post aliquantulum temporis spatium, incipiant objecta detegere. Dum enim in magna luce versantur, coarctatur eorum pupilla, & aliquantulum manet hoc modo coarctata, dum nempe perseverat impressio à vehementi luce facta, quam aliquandiu perseverare inferiùs videbimus, ideoque objecta in tenebris posita non emittunt per exiguum pupillæ foramen sufficientes radios ad movendam, & determinandam potentiam visivam, donec ampliata sufficienter pupilla, plures admittat radios.

Prodeuntibus verò ex tenebris in lucem dolent oculi, quia nimia lux quæ per pupillam adhuc ampliatam intromittitur, oculos perstringit. Hoc est nimiùm afficit retinam, eamque urit. Deinde sicut in cubiculo clauso, si nimia lux affulgeat, obliterantur objectorum imagines, ita etiam in oculo evenit. Ratio est, quia nunquam in lentibus convexis radii extremi, seu valde obliqui bene uniuntur cum reliquis, & in magna luce potentissimi sunt omnes radii, quicumque tandem exorbitant confusionem pariunt: dum verò pupilla coarctata fuerit, jam oculus fiet patiens lucis, castigabiturque tota illa confusio.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Res qualibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur.

Affert experientiam communem P. Skeinerus, ut probet objecta videri per radios ante oculum decussatos, quod simpliciter propositum posset maximum æquivocationi, & hallucinationi locum dare. Diceret enim aliquis. Si objecta videntur per radios ante oculum decussatos; cum ex alia parte dixerimus radios decussari in ipso oculo; ergo bis decussantur antequam ad retinam perveniant; unde concludat imagines non everso situ, sed recto, in retina depingi. Fateor quidem aliquos radios objecti decussari ante oculum, sed assero illos non esse principales; de principalibus enim tantum ibi locutus sum. Assero ulteriùs radios ante oculum decussatos, non ampliùs decussari in oculo. Repetatur ultima figura; in qua radii AD, BC decussantur ante oculum, sed intrà oculum non decussantur; radii vero principales qui in ea figura non describuntur, sed cogitari possunt per medium penicillorum nempe AE, BF, illi non decussantur, nisi intra oculum; suntque illi propriè loquendo, qui locum imaginis determinant, cum ad eos alii omnes radii minùs principales accedere debeant.



Experientia autem quam affert est hæc: objice oculo in satis parva distantia foramen exiguum, per illud videbis duo objecta, sed illa duo objecta videre non potes per hujusmodi foramen nisi per radios decussatos in ipso foramine: ergo objecta videntur per aliquos radios decussatos ante oculum. In quo illud videtur mirabile, quòd si prope oculum trajicias aliquod corpus opacum, videbitur aliquod aliud corpus contrario motu foramen pertransire.



Sit foramen A, objectum C D, quod videatur per radios CAFG, DABH. dico quod si oculo admoveatur corpus opacum E, quod moveatur ex E, in I, videbitur ejus umbra moveri contrario motu ex C in D.

Ratio est quia in tali dispositione, quando corpus opacum est in loco E, intercipit radium CAF; ergo occultat objectum C; dum verò corpus opacum transfertur in I, intercipit radium DABH, pertinétem ad objectum D, ergo occultat objectum D; sed corpus quod occultat successivè objectum C D, ita ut prius occultet partes C, deinde verò partes D, moveri videtur ex C in D, ergo talis corporis umbra videbitur moveri ex C in D. Dixi potiùs ejus umbram, nam de facto duo

duo videntur, ut quando tale corpus est in E, videtur in loco E, in quo loco E, non est oppositum directè objecto C. Nam si ex G puncto duceretur linea recta ad objectum C, hæc non transiret per punctum E, licet autem non sit oppositum objecto C, illud tamen occultat; ideoque videbitur objectum C occultari ab aliquo alio. Non possumus enim judicare objectum C occultari à corpore E, cum videamus ea non esse posita in eâdem linea recta, quare apparebit umbra corporis E occultare successivè objectum CD, sed contrario motu ferri.

In oculo artificiali aliquid hujusmodi experiri posses, si tamen pro objecto C D, objecta valde lucida substituas, quæ etiam per unicum radium videri possent.

Monco tamen iterum ne aliquid ex eo experimento concludas, foramen enim non mutat productionem radiorum, nec efficit ut decussentur radii qui antea non decussabantur, sed tantum, corpus illud in quo est foramen reliquos radios impedit, unde videntur objecta per radios decussatos tantum, quæ antea, & per decussatos ante oculum, & per alios videbantur.

Aliam experientiam affert quam probè explicare non possum sine dioptrica, neque tamen eam hîc omittendam puto, cum ex ea aliquid lucis etiam huic parti affundi possit.

Ita autem se habet. Tubum opticum Hollandicum, constantem scilicet duabus lentibus, convexa objectiva, & concava oculari, assume. Huic concavæ inuratur aliqua notula opaca non longè à centro, & tubo ita disposito intuere objecta distita. Primò quidem omnia objecta videbuntur in situ suo naturali, secundò hæc nota videbitur multò major quam sit, tertiò videbitur situ permutato; hoc est si fuerit in dextera parte, videbitur in sinistra, pariter si partem ejus sinistram tegas, videbitur tegi pars dextra. Denique non apparet distinctè, sed tantum illius umbra.

Ad solutionem omnium circumstantiarum hujus experientiæ revocandum est, sinistra objecta in dextera oculi, aut retinæ parte depingi, & vicissim. Deinde ut explicabimus suo loco, radios à sinistra objecti parte emissos, dexteram concavæ lentis partem attingere, ita ut licet singulæ objecti partes agant in singulas primæ lentis convexæ partes; ideoque etiamsi aliqua pars illius tegatur, nullo modo objectum desinat videri; quia tantum impeditur singulorum objectorum unicus radius. At verò in lente concava ejusdem tubi, seu vicina ipsi oculo, res ita non se habet; sed radii jam habent aliquam distinctionem, & licet penicilli non sint perfectè uniti, habent jam aliquam unionem. Ex quo fit ut penicillus objecti dextri incidat in partem sinistram lentis concavæ; quare nota opaca, quæ in sinistra parte inusta est, tegit radios objecti dextri. Ex alia verò parte, nimis vicina est hæc nota quam ut distinctè videatur, oculus enim se accommodat objecto cui attendit, attendit autem ex suppositione objecto, quod per tubum opticum intuetur. (Si enim attenderet ad eam non tam aliter se res haberet,) ergo hæc nota tantum videtur per comparationem ad objecta quæ tegit, sed tegit illa objecta quorum radios impedit, impedit autem licet sinistra sit, radios objecti dextri: ergo videtur esse ad dexteram, & hoc modo mutare situm.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Objectum una oculo multiplicari potest.

Experientia jucundissima est, facilis tamen explicatu ex superiùs dictis. Sint in corpore opaco tenui, duo aut plura foramina, non tam dissita inter se quam sit diameter pupillæ; hoc est ita ut simul illa foramina pupillæ respondere possint: per hujusmodi foramina si respicias objecta aliqua, fieri poterit ut ea multiplicata videas, in aliquibus casibus ea geminata non videbis, sunt autem plurimi casus qui peculiares habent proprietates.

Primò quidem si objecta sint dissita, ut sunt turrium fastigia, aut faces saltem dissitæ viginti passibus ab oculo, dico quod facillimè in tali casu hæc multiplicatio myopibus accidet, difficilius presbytis. Cum enim hæc oriatur ex aliquo defectu oculi, presbitæ autem melius videant objecta dissita, & myopes confusiùs: difficiliùs igitur id experiri poterunt presbytæ, quàm myopes. Quod ita probo: Presbyta habet oculum dispositum, ut distinctè, seu sine confusione objecta dissita percipiat, tunc autem est distinctio, quando in eadem parte retinæ uniuntur radii ad idem objectum pertinentes: sed radii ab eodem objecto, per plura foramina emissi, verè pertinent ad illud objectum; suntque iidem qui summoto corpore opaco ad oculum pertingerent, cum foramen nihil faciat. Ergo radii ejusdem objecti, licèt per plura foramina transmissi, unientur in eadem parte retinæ illius oculi qui bene dispositus erit in ordine ad tale objectum; sed si radii in una eademque parte retinæ uniantur, repræsentabunt objectum in uno eodemque loco; ergo respectu talis oculi, nulla erit multiplicatio.

Quare ut presbytis aliquid tale accidat, opus est, ut malè disponant oculum respectu talis objecti; malè autem dispositus erit respectu objecti distantis, si sit dispositus ad bene videndum objectum vicinum. Cum enim objecta vicina requirant retinam magis remotam à crystallino; & remota magis vicinam, si oculus benè videat objectum vicinum, erit confusio respectu remoti. Quare conetur presbyta benè videre ipsa foramina, & ad ea attendat; tunc quis recedet retina à crystallino, aut quod idem est, coarctabitur crystallinus, multiplicata videbit objecta dissita; quia radii ejusdem objecti per foramina transmissi non incident in eandem retinæ partem.

Ut autem totam istam objectorum multiplicationem oculis subjicismus; tentemus an in oculo artificiali aliquid tale succedat. Disponatur retina secundùm situm myopum, hoc est retrahatur à crystallino, donec imagines objectorum confusè depingantur, tunc pupillæ impone chartam pluribus foraminibus perforatam, & objecti cujuslibet illustris verbi gratia facis accensæ, multiplicatam videbis imaginem, secundùm multiplicationem foraminum. In quo advertendum est imaginem formatam radio per foramen dextrum transmisso, occupare in retina locum sinistrum. Cum enim id oriatur ex eo quod retina sit nimis remota; radii uniti fuerunt ante retinam, & post illam decussationem mutant locum; ergo qui à

foramine dextro procedebat, occupat locum sinistrum; imago autem sinistra repræsentat objectum esse ad dexteram; ergo si claudatur foramen dextrum, delebitur imago sinistra, & in oculo naturali videbitur occultari objectum imaginis si-



nistræ, nempe dextrum. Ut si objectum A, per foramina B C, mittat radios in oculum qui uniantur in puncto H, ante retinam, & post eam unionem attingant duo puncta retinæ distincta, nempe D & E; vi imaginis D, (*per 5. hujus*) repræsentabitur punctum A in F, & vi imaginis E, idem punctum A repræsentabitur in G. Quare si claudas foramen C, non amplius objectum repræsentabitur in F ex eadem parte in qua est foramen C; quod optimè congruit experientiæ, id enim accidit in oculo naturali.

Ex quo colligere potes rationem quare in aliquo situ, & dispositione per plura foramina unicum tantum objectum videatur. Si enim retina ascenderet ad punctum H, quod suo proprio motu præstare potest, ut dum oculus attendit ad objecta remota; tunc duo illi radii objectum in eodem loco repræsentarent; nam (*per 5.*) plurimi radii in eandem partem retinæ incidentes repræsentant objectum in eodem loco.

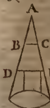
Potes item colligere quid efficiat corpus opacum; intercipit enim omnes alios radios, quare nisi interjectum fuisset corpus opacum, imago objecti A, totum occupasset spatium DE, fuisserque magna confusio, at corpus opacum intercipit omnes alios radios; solumque duos admittit, ideoque fit duplex imago, sed multò minor.

Contrario item modo eadem objectorum multiplicatio contingere potest, præcipuè verò presbytis, quæ vix myopibus succedet. Sit nempe objectum vicinius quam par sit, ad hoc ut distinctè percipiatur, hoc est secundùm defectum communem fenum, quia retina vicinior crystallino excipit penicillos nondum perfectè unitos; si interponatur corpus opacum triplici foramine apertum, triplex ejusdem objecti admittetur radius in triplici etiam parte retinæ exceptus, ut si retina esset propior crystallino quam punctum H concursus, exciperetque radios ad idem objectum pertinentes antequam unirentur. Sequitur quod punctum dextrum repræsentat objectum in contraria parte, nempe in G, (*per 5. hujus*) & punctum sinistrum in F. Ex quo sequitur quod clauso foramine C, videbitur deficere in G, nempe in contraria parte, & intercepto foramine B, objectum videatur deficere in F. Quæ omnia tentari possunt in oculo artificiali, admovendo nimium retinam crystallino, & hæc quæ dixi cum experientia conveniunt. Inde fit ut in hoc ultimo casu si foramina sint ita disposita in triangulum cujus apex locum supremum occupet, objectum multiplicatum ita erit dispositum, ut situm contrarium habeat. Quia ut dixi radius per foramen dextrum transmissus format imaginem dextram, quæ (*per 5. hujus*) repræsentat objectum ad sinistram, ergo per foramen superius, emittetur radius determinans oculum ad videndum objectum in inferiori parte.

Sequitur item quoties accidit, ut objectum per plura foramina visum, unicum appareat; tunc melius, & vegetius videri. Nam quoties per plura foramina, seu vi plurimorum radiorum unicum videtur, necesse est ut radii per foramina transmissi in eadem parte retinæ uniantur; sed quoties plures radii ad eandem partem objecti pertinentes uniuntur in eadem parte retinæ; toties intenditur imago, fitque fortior, & vegetior, ut explicuimus: ergo etiam melius videbitur objectum, & quasi copiosiori lumine perfundetur.

Afferunt item nonnulli quod quoties objectum multiplicatum apparet, eò quòd per plura foramina videatur, si claudatur unum foramen, ita ut pereat una eius repræsentatio, aliæ erunt fortiores, & vegetiores. Hoc non ita benè experiri potui, nihilominus puto imaginem in retina non fieri vegetiorem, sed tantum apparere vegetiorem, quod explico alio exemplo. Dum rerum foris positarum simulachra in cubiculo clauso exprimuntur; si impedias ne tot imagines depingantur; illæ quæ relinquentur vivaciores apparebunt, quia nempe radii, ad aliarum imaginum expressionem requisiti, nimium affundebant luminis; ideoque obliterabant aliquantulum reliquas imagines. Sive quia tot in vicinia objectis fiunt luminis reflexiones, ut fieri non possit, quin peregrini radii in imagines incidant, & confusionem aliquam pariant, sive quia lucidæ imagines prope tenebras distinctiùs, quam prope alias lucidas imagines videantur, juxta commune effatum. Contraria contrariis opposita melius elucescunt, atque ita dum per duos radios transmissos per duo foramina depinguntur duæ ejusdem rei imagines, si impediatur una imago intercepto uno radio, alia in tenebris melius determinabit oculum, ita stellæ videri possunt ex puteo quæ ex aperto loco nullo modo percipiuntur.

Notandæ autem sunt, variæ circumstantiæ hujus experimenti, quarum omnium rationem reddere non erit difficile. Si corpus opacum perforatum accedat ad oculum, cæteris immotis permanentibus, minus videbitur intervallum interjici inter duo illa objecta quæ videntur. Ratio est quia dum corpus opacum cum suis foraminibus magis admovetur oculo, radii qui trajiciuntur non incidunt in crystallinum in partibus ita remotis, atque adeo si uniuntur ante retinam, minorem angulum comprehendunt, & post decussationem non ferient partes retinæ ita remotas ab invicem, & consequenter non repræsentant objectum in spatiis ita remotis. Ut si sit objectum A, intervallum foraminum sit B C, erit linea DE major quàm BC, quia (*per 4. 6.*) est ut AB ad



ad AD, ita BC ad DE, igitur si BC transferretur in D E, non occuparet totam D E, quare



in tali situ radii per B & C transmissi comprehendunt angulum minorem, & attingunt in crystallino partes minus inter se remotas, & consequenter dum excipiuntur in retina, attingunt partes illius minus remotas inter se. Radii autem qui attingunt partes retinæ minus remotas inter se, repræsentant etiam objecta minus inter se distare.

Sequitur item quod cæteris paribus si foramina magis distent inter se; (modò non excedant latitudinem pupillæ, alioquin idem objectum per utrumque videri non posset) objectum magis à seipso distrahetur, hoc est videbitur in locis magis distantibus: ratio eadem est. Quia quando foramina sunt magis dissita radii, etiam per illa trajecti magis etiam inter se distant, & in retina attingunt partes magis dissitas; unde sequitur objectum videri in locis magis distantibus.

Si uno foramine immoto permanente, ita moveatur corpus opacum ut aliud foramen circumagatur, unum objecti simulachrum circumagi videbitur circa aliud; ratio clara est. Cum enim immotum maneat unum foramen ex suppositione, radius per illud transmissus, immotus etiam erit; ideo eandem partem retinæ semper attinget: & vi illius, objectum in eodem semper loco videbitur: dum verò aliud foramen circumagitur transmittitur per illud alius radius, alias attingens partes retinæ & consequenter: in alio atque alio loco objectum repræsentans.

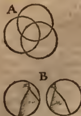
Proponitur à R. P. Zucchi casus, satis jucundus cujus solutio positis principiis ultro se offert. Refert igitur alicui nobili accidisse ut de nocte trans telam admodum tenuem faces accensas intueretur: videret pro singulis novem faces. Quod cum plurimi alii experti fuissent idem semper numerus respondit. Quærit pluribus rationem quare potius novenarius numerus, quam quilibet alius repertus sit. Cui in genere respondeo, quia novem foramina seu pori illius telæ poterant simul objici foramini uveæ, seu pupillæ, quæ enim extra pupillam cadebant inutilia erant ut objectum multiplicarent. Sed quæres iterum quare potius novem foramina, quam octo, septem.

Respondet ipse quia numerus novenarius quadratus est, octonarius quadratus non est, sed debuerunt simul videri, vel quatuor vel novem, vel sexdecim, quod ni fallor ulteriori indiget explicatione, neque enim hoc simpliciter propositum ita satisfacit, ut intellectus, omnino aquiescat. Dicendum igitur est. Pupilla est rotunda habetque diametrum, vel talis est ejus diameter ut illi respondere tantum possit unicum foramen illius telæ, vel ita ut, illi respondeant duo, vel tria, vel quatuor; si unicum foramen in latum illi respondere potest, unicum etiam in altitudinem illi respondebit, quare unicum tantum foramen tali pupillæ objici poterit. Si verò pupilla sit lata, intervallo duorum foraminum ejusdem telæ, cum pupilla sit æquè alta, ac lata, duo etiam foramina in altitudinem capiet.

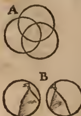
Quod si ejus diameter sit æqualis intervallo trium foraminum, cum illa foramina sint in quadratum disposita, illi objici poterunt novem foramina: neque aliquid facit, quod forsitan aliquod foramen dimidiatum in pupillam cadet, quia non desinit tale foramen objectum semel exhibere etiamsi sit minus. Cum ergo pupilla sit circularis, circuli autem se habeant, ut quadrata suorum diametrorum, & non possit diameter pupillæ continere nisi aut unum, aut duo, aut tria, aut quatuor foramina, pupilla etiam respondere non potest nisi aut uni, aut quatuor, aut novem, aut sexdecim foraminibus. Non potest autem capere sexdecim, nec etiam ita se habet ut contineat tantum quatuor, ergo continere debet novem.

Altera pars istius experimenti posita est in consideratione foraminum. Si enim foramina propiùs oculo admoveris, augebuntur, fientque tanquam circuli integri sed valde erit confusa eorum visio, quia autem augentur ista foramina ad modum circulorum, videbuntur sese invicem intersecare magis aut minus, prout magis aut minus erunt oculo vicina.

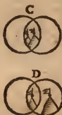
Ratio autem cur ista augeantur, est eadem propter quam videbimus infra, res minutas in parva distantia videri magnas, quia nempe lens convexa, hoc habet, ut objectorum vicinorum penicillos longius uniat, ergo ita vicina possunt esse objecta, ut omninò non uniantur in retina; quod jam ostendimus cum de re minuta à sene visa egimus. Cum ergo augeantur imagines istorum foraminum, in retina, ita augeri poterunt ut habeant partem aliquam communem. Objecti autem multiplicati per hujusmodi foramina imago depingitur in aliqua parte retinæ, in qua depingitur imago sui foraminis. Nam per eandem lineam, per quam protenditur radius per foramen trajectus, usque ad retinam, per eandem protenditur imago foraminis usque ad eandem retinam. Ex quo fit ut quandiu foramina videntur ut circuli separati, imagines objecti multiplicati, sint etiam omnino separatæ, hoc est una in quolibet circulo. Quando verò circuli se intersecant, imagines sunt in parte communi, aliquando ambæ in partibus non communicantibus. Quando fiunt tria foramina, si propiùs admoveantur oculo; eo modo se intersecabunt quo vides in figura A. Si sint duo foramina, quamdiu videntur quasi circuli separati, in quolibet eorum videbitur



videbitur ſimulachrum objecti ut vides in figura B. Si verò circuli ſe interſeceot, aliquando ambo



ſimulachra erunt in parte communicante ut vides in figura C, aliquando unum erit in parte communicante, & aliud in parte noo communicante. Quod peculiarem non continet difficultatem;



Pendet enim ex ſitu, quem hujuſmodi foramina obtinent ſuprà pupillam; prout nempe ad unam potius extremitatem pupillæ vergunt, quam ad aliam.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Objectum libero intuitu, & uno oculo multiplicari poteſt.

Experientiam hîc aliam afferimus cujus rationem jam ferè dedimus. Eſt autem hæc: Oculo admoveatur propiùs corpus opacum minus quam ſit pupilla, ſintque faces quam plurimæ diſſitæ ad minimum 20 paſſibus. Si oculus quantùm potuerit attendat ad corpus illud opacum, hoc eſt diſponatur ad illud diſtinctè percipiendum; multiplicatum videbitur ſecundum numerum facum accenſarum: apparebitque tanquam macula nigricans in ſingulis facibus.

Ratio eſt eadem propter quam præcipuè myopes in ſingulis facibus accenſis multum ab oculo remotis, omnes defectus cryſtallini ſui tanquam nigricantes maculas animadvertunt. Cum enim ut omnibus ſuccedat hujuſmodi experientia, jubeamur accommodare oculum objecto vicino, hoc eſt removere retinam à cryſtallino, cum objecta vicina longius penicillos uniant; accidit ut oculus ſit male diſpoſitus ad videndas faces illas remotas, atque adeo ſingularum facum penicilli fuerint uniti ante retinam, & radii ex quibus componuntur diverſas retinæ partes attingant. Quia autem corpus illud opacum ante oculos poſitum, intercipit uniuſcujuſque facis aliquos radios, inde fit ut in imagine unicujuſque facis quæ ad modum parvi circuli exprimitur in retina, deficiant aliqui radii, atque adeo videatur fax quælibet cum nota aliqua nigra in medio. Si autem oculus non attenderet ad corpus illud opacum, ſed bene diſpoſitus eſſet ad videndas diſtinctè hujuſmodi faces, non multiplicaretur tale corpus: quia licet interciperet aliquos radios cujuſlibet facis, quia tamen reliqui unirentur perfectè in eodem puncto retinæ, ita ut nulla ſit pars objecti cujus aliqui radii ad retinam non pertingant; nihil latebit objecti; atque adeo nulla erit ratio cur multiplicatum videatur. Si utrumque caſum experiri velis in oculo artificiali, appende in medio pupillæ caput aſſiculæ, & occulum bene diſpoſitum ad hoc ut exprimantur diſtinctè faces accenſæ, obverte ad hujuſmodi faces, nullo modo in imaginibus facularum, animadvertes caput illud aſſiculæ. Remove retinam à cryſtallino, quod eſt, attendere ad objectum vicinum (nam viciniora ut diſtinctè videantur, requirunt retinam magis remotam à cryſtallino) & tunc in ſingulis imaginibus facularum, notabis notam nigricantem in medio; ergo illa aſſicula videbitur in ſingulis facibus.

PROPOSITIO XXXVI.

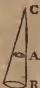
Theorema.

Objecta minuta opaca oculo nimis admota, diaphana, & mutato ſitu & maxima apparent.

Sunt tres partes hujus propoſitionis. Prima quod objecta minuta hoc eſt minora quam ſit pupilla, oculo maximè admota, videantur diaphana; ratio eſt quia illud corpus diaphanum eſt, quod eſt tale ut licet oculo objiciatur, nullius tamen objecti viſionem impedit omnino, licet ut plurimum retundat non nihil & imminuat radiorum efficaciam; ſed corpus minutum opacum, oculo maximè admotum tale eſt; ergo videtur diaphanum. Minor facilè patet: quia illud corpus nullius objecti impedit viſionem, quod nullius partis objecti omnes radios intercipit, nec impedit ut ſaltem aliqui ad oculum & retinam pertingant: ſed corpus minutum non occupans totam pupillam, non impedit omnes radios alicujus partis objecti. Nam à quolibet puncto objecti ad reliquas partes pupillæ, aut cryſtallini, per pupillam apparentis, duci poſſunt lineæ rectæ, ſeu aliqui radii lucidi; igitur nullam partem objecti occultabit. Imminuet tamen vim radiorum, quia multorum objectorum radios aliquos intercipiet: ſtatim autem occurret difficultas quare tale corpus minutum in aliqua ab oculo diſtantia occultet partem aliquam objecti, ſi verò ſit immediatum pupillæ nullam tegat partem objecti.

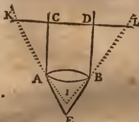
Ratio clara eſt quia dum ſtatis removetur ab oculo, duo radii per ejus extremitatem ducti ſenſim amplientur, ergo in aliqua diſtantia poterit fieri ut tandem magis diſtent ab invicem, quam ſit diameter pupillæ & tunc pupilla nullos radios illius objecti excipiet, ut ſi ſupponatur corpus opacum

opacum A, pupilla B, & objectum quodcumque C, si corpus A accederet ad pupillam B non illam



omnino tegeret: sed relinqueret circa se partem illius detectam, per quam transmittentur radii. In quo illud consideratione dignum est; quod corpus minus pupilla, quò magis recedit ab oculo, & magis accedit ad objectum, eò plures partes objecti tegit, è contra verò corpus majus pupillâ, quò magis recedit ab objecto, & accedit ad oculum, eò plures objecti partes occultat. Quod ita manifestum est, ut iis immorari non libeat.

Secunda pars, quòd objectum minutum in aliqua distantia maximum appareat, primò probatur experientiâ. Si enim oculo admoveris aciculam; hæc in maximum cylindrum ampliabitur. Ratio autem est quia ut jam diximus sæpe, lens convexa objecti nimis vicini radios non unit. Sit enim lens convexa AB quæ radios solares CA



DB physicè parallelos, (ex tanta scilicet distantia venientes) uniat in puncto E, certum est quod si in puncto E apponeretur fax accensa, lens AB remitteret radios EA, EB secundùm lineas AC, BD, parallelas. Si verò adhuc magis admoveretur fax illa, nempe esset in puncto I, radii IA, IB remitterentur secundùm lineas AK, BL. Supponatur jam AB esse crystallinus, KL retina, & objectum minutum esse in I; imago illius occupabit in retina totum spatium KL; ergo si sit aliquid oblongum ut acicula, videbitur ad modum alicujus cylindri. Quia illud videtur magnum cujus imago in retina, magna est; sed id accidit in tali casu, ergo maximum videbitur tale objectum.

Tertia pars nempe quòd situ mutato videatur, ita primò experientia probatur. Si aliquod corpus nigrum difficium uno passu, aut altero ab oculo, & aciculam I hoc modo oculo admove hæc apparebit ad modum cylindri GFHI. Si intercipias radium AI sinistrum, deficiet in cylindro pars dextra IH, & vicissim si impedias radium IB, deficiet ex cylindro GH, pars GF. Ratio ex nostris principiis difficilis non est. Dum intercipitur radius IA deletur sinistra pars imaginis K, sed sinistra repræsentat objectum esse in parte dextra, ergo videbitur deficere objectum in parte dextra.



Quæres cur id non accidat secundùm altitudinem. Respondeo id etiam accidere secundùm altitudinem, si acicula esset aliquid minutum secùndùm altitudinem, quia tam est alta, seu longa uno digito, ideo non potest sumi pro aliqua re minuta secundùm eam dimensionem, ideoque est aliqua confusio, nec bene res succedit; si eo modo consideretur. Notandum autem me jam locutum fuisse de hujusmodi ampliatione rei parvæ, quæ in minima distantia videri non potest sine confusione.

PROPOSITIO XXXVII.

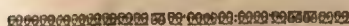
Theorema.

Objecta alba dissita, majora videntur, nigrâ videntur minora.



Experientia ita se habet. Sit objectum AB album conjunctum cum objecto BC nigro, & utrumque ab eodem oculo F videatur. Objectum AB videbitur occupare aliquid ex spatio objecti BC, ita ut etiam si æqualia essent illa duo objecta, videretur tamen objectum AB esse majus, insuper addo, quòd si admoveatur corpus opacum E ad latera; ita ut ferè perveniat ad radium FD, tunc videbitur retrocedere corpus AB, & facere locum corpori nigro BC. Hujus experientiæ communia quæritur ratio. Respondeo candem esse quæ reddita pro lucernis, & stellis & ignibus præcipuè verò visis de nocte. Vix enim accidere potest ut adeo sit perfecta figura crystallini, & aliorum humorum ut in eandem partem retinæ uniat radios ad eandem objecti partem pertinentes; unde multi licèt parum intensi exorbitant, ideoque imagines non sunt omnino præcisæ. Hujusmodi autem radii exorbitantes ab objectis lucidis, & albis provenientes, sunt potentiores, quàm qui ab objectis nigris emittuntur, & dum exorbitando incurrunt in eandem partem retinæ, quam attingunt radii aliorum objectorum, adhuc meliùs movent potentiam. Unde in eo loco in quo deberat videri objectum nigrum, videtur album; quando verò castigantur isti radii exorbitantes, alii tamen omnes pertinentes ad nigrum objectum non castigantur, quia ex qualibet parte objecti

objecti per singulas partes pupillæ emittuntur radii; inde si ut castigata objecti albi luxurie, solum objectum oirgum remaneat non secundùm radios exorbitantes, qui ut sunt debiles; sunt etiam ad visionem inutiles; sed secundùm genuinos, & veros.



PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Cur duo oculi geminatum non videant objectum.

Hæc difficultas olim mihi proposita fuit, ut in tota Optica difficillima ab Excellentissimo Domino Marchione de Pianezze, viro iam pietate, quam in doctrina percelebri. Cui responsionem quidem veram, & genuinam tunc in tempore dedi, nempe id oriri, eò quòd uterque oculus repræsentaret objectum in eodem loco; confirmationem tamen paulò infirmiorem addidi; Si accideret ut duo objecta nempe similia, repræsentarentur esse in eodem loco, illa duo tanquam unum objectum apparitura asserui; & hoc per reflexionem, aut refractionem fieri posse. Quod tamen ubi ad examen ventum est per specula, aut per lentes, impossibile deprehendi; licèt aliâ viâ multò simpliciori perfici possit, ut infrà satis ostendam. Ut autem tota difficultas melius elucescat: Quoties duplex in eodem oculo objecti imago depingitur, toties etiam objectum debet geminatum apparere; quod ultro sæpè concessimus, immò tanquam primum principium stabilivimus. Ita ostendimus lente polyoptra multiplicem in oculo etiam artificiali imaginem exprimi, & consequenter in oculo naturali, atque ideo vitro polyoptro objecta multiplicari. Ita ostendimus objectum apparere multiplex per duo, aut tria foramina, quia nempe multiplicatur imago; ergo etiam concluder aliquis, quoties erunt duæ imagines, in quolibet nempe oculo una, multiplicabitur objectum.

Huic difficultati celebres alioqnin anthores, & de Opticis bene meriti Alhazen, & Vitellio succubuere, & in eam abiverunt sententiam, ut concursum nervorum opticorum tanquam visionis sedem assignarent, quod tamen puto ab omni ratione alienum. Cum enim in eo nervorum opticorum concursu non possint rerum imagines, ullam extensionem habere; sintque ibi omnium objectorum permixti radii (etiam concesso quod nervorum opacitas eos non excluderet) non video quomodo confusio vitari possit. Si enim confusa imaginum expressio, in retina facta, confusam reddit visionem, multò confusior erit visio si in ipso visionis organo, hæc radiorum, & imaginum permixtio admittatur. Licèt enim in crystallino sit confusio, sequitur tamen distincta visio, quia sufficit, ut sit distinctio in retina, nempe organo visionis; ergo etiam licet esset confusio in retina, modò sit distinctio imaginum in concursu nervorum, sequetur distinctio in visione, & vicissim etiam positâ distinctione in retina, si sit confusio imaginum in ipso nervorum opticorum concursu, dabitur confusio in visione, in ea nempe opinione, quæ illum concursum, ut visionis sedem assignat.

Secundò neque sic vitatur difficultas, nam duplex ejusdem objecti imago in retina expressa, duplicem causat visionem in eo nervorum opticorum concursu: ergo etiam duplex ejusdem objecti imago in diverso licèt oculo depicta, duplicem etiam in eodem concursu visionem producet; atque adeò geminatum apparebit objectum. Neque possum ullam excogitare responsionem, quâ potiori jure uti non possim, ut ostendam duplicem illam visionem ejusdem objecti in utraque retina factam, idem tamen objectum, & in eodem loco repræsentare. Si enim dicas ideò duplicem illam imaginem, in duabus retinis expressam ad unicam visionem concursum nervorum opticorum determinare, quia similes utriusque retinæ partes afficiunt. Primò nisi hoc benè intelligatur falsum est, nam aliquando objectum ita dispositum est, ut in unius oculi retinæ parte dextra depingatur, & in retinæ alterius parte, sinistrâ exprimatur: aliquando verò utriusque retinæ partem dextram, vel utriusque sinistram afficiat; in quibus omnibus non semper geminatum apparebit. Quæram enim quæ sint partes similes, & sibi respondentes in utraque retina, vel sinistræ sinistris, vel sinistræ dextris. Si primum; ergo quoties inter utrumq; oculum proponetur objectum, illud geminatum apparebit, tunc enim unum ad sinistram, alium verò ad dextram attinget. Deinde si partes utriusque retinæ ita sunt compositæ, ut sibi respondeant, & simili modo efficiant concursum istum nervorum opticorum; æquè probabiliter dici poterit, eas sibi etiam respondere in ordine ad repræsentandum objectum in uno eodem loco.

Denique refert Aguilonius, à se cognitum hominem, qui numquam conquestus fuerat se objecta videre duplicia, cujus caput cum dissectum fuisset, inventi sunt nervi optici non concurrere, & de facto in omnibus hominibus licet nervi optici uniantur, non tamen fiunt unus idemque nervus, nec eorum cavitates confunduntur, quod tamen necessarium esset ut unica, & eadem fieret in illis visio.

Ut tamen solvam difficultatem, suppono visionem in oculo existentem, repræsentare objectum esse extra oculum: neque enim judicamus objectum esse in oculis nostris, licèt visio in illo sit; & hoc in omni opinione dicendum est.

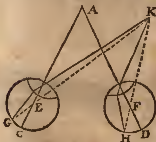
Revocandum item est fieri non posse, ut objectum multiplicatum appareat, quin in duobus distinctis locis videatur. Nam loquamur ex opinione Philosophorum communi, licet plures sint albedinis, aut alterius coloris grados intensivi in eadem subjecti parte; oculus tamen eos non distinguit ab invicem, quia nempe eos videt in eodem loco: neque credibile est, quod si dentur species impressæ visibiles, quod distinctæ mittantur species à gradibus intensivis distinctis. Unde puto quod si duo ova omnino æqualia compenetrarentur, viderentur nobis esse unicum ovum.

Quod quia nimis abstractum est, & sapit præcisionem metaphysicam, probo duo objecta omninò similia in eodem loco visa, apparere tanquam unicum objectum. Pone supra mensam duo objecta similia, & æqualia, verbi gratia duo alba, & digito detorqueatur tantisper alteruter oculorum, geminatum apparebit quodlibet objectum; poterit tamen fieri, ut ita detorqueatur oculus, ut illorum objectorum simulachra duo coïncidant, hoc est ut duo hujusmodi objecta videantur in uno eodem loco, & tunc ut experientia constat, illa duo objecta videbuntur unum objectum;

ctum ; ergo si duo objecta similia in uno eodem loco videantur, apparent unum esse objectum: quod ut melius intelligatur. Sint duo objecta A,B, quæ hoc modo per detorsionem unius oculi digito factam geminatum. A, videatur in C & D; B verò in E & F, ita tamen detorqueatur oculus, ut D & E coincidant. Unde ita argumentor. Visio objecti A, illud repræsentans esse in loco D, & visio objecti B, illud repræsentans in loco E, seu in eodem loco D, tales sunt ut illa quasi unum idemque objectum ostendat, licet sint visiones in duobus oculis elicitæ; immo & objectorum diversorum; ergo multò magis si duæ visiones ejusdem objecti in duobus oculis factæ, illud repræsentent esse in eodem loco, unicum apparebit objectum. Sed duæ visiones ejusdem objecti in duobus oculis factæ repræsentare possunt objectum esse in eodem loco; ergo duæ visiones in duobus oculis elicitæ unicum tamen objectum

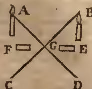
A. B.

C. DE. F



repræsentabunt. Nam si sit objectum A, quod distinctè videatur, seu per axes opticos irrefractos, ita ut imago illius objecti depingatur in C & D, sintque centra retinarum E, F, quia (*per 5. hujus*) objecta videntur in linea recta ducta ab imagine ad centrum retinæ; objectum apparebit in lineâ CE, & in linea DF, & cum in tali casu nihil sit quod impediat, quominus videatur in proprio loco; videtur per utramque visionem objectum esse in loco A. Ergo in eodem loco ab utroque oculo, quare unicum apparebit: neque in eo est major difficultas quam in plurimis aliis proprietatibus imaginum, aut visionum; seu non est major difficultas, quod duplex imago, aut visio repræsentet tam unicum objectum, quam quod imago in oculo existens repræsentet objectum esse extra oculum. Hoc enim sophisma facilè solvi potest. Tunc objectum videtur geminatum quando videtur in diversis locis, sed quando videtur per duos oculos, videtur in diversis locis; ergo videtur geminatum. Minor autem probatur. Duæ retinæ sunt diversa loca, sed dum videtur per duos oculos; videtur in utraque retina: ergo tunc videtur in duobus locis. Est enim puerilis æquivocatio in hac voce (videri in duobus locis) duobus enim modis id potest intelligi. Primus modus videri in duobus locis, est apparere in duobus locis, seu ut fere semper dixi videri esse in duobus locis, & quod ita videtur geminatum apparet. Si verò intelligatur (*per videri in duobus locis*) quod visiones sint in duobus, & ut ita dicam, quod videatur ex diversis locis. In tali sensu nego id geminatum apparere quod in duobus locis, seu quod per visiones in diversis locis existentes videtur.

Probo autem, & alio modo. Duplex objectum simile, si in eodem loco videatur; videri, ut unum



objectum. Sint duæ faces A & B, supra mensam æquales, & æque altæ, sint autem ita dispositæ, ut oculus C non possit videre facem A, & oculus D facem B; tunc illæ faces videbuntur unica, quæ videbitur in puncto G, modò tamen uterque axis dirigatur in punctum G, hoc est axis oculi C in B, & oculi D in A: ex quo & formatur argumentum supra factum, & insuper bene probatur distantia cognosci ex concursu radiorum opticorum.

Si verò sit objectum quodcumque K, extra axes opticos, & consequenter quod videatur per radios irrefractos KG,KH, & per alios quoscumque unitos in G, & H, quia (*ut diximus prop. 5. hujus*) semper videtur objectum in linea ducta à loco imaginis in retina per centrum ipsius retinæ, tale objectum K videbitur in lineis GE, HF productis. Puto autem fieri posse, ut lineæ illæ non bene concurrant in loco vero, & reali ipsius objecti, præcipuè verò quando objecta valde obliquè incidunt in oculum, sed tunc ita confusè videntur, ut licet inveniretur aliquis error, non animadverteretur. Sed de hoc ultimo infrà dicemus.

PROPOSITIO XXXIX.

Problema.

Axes optici concurrunt in unum idemque objectum.

Tanta est consensio oculorum, ut non possit unus moveri, quin moveatur alter, quod nulla meliùs ratione probare possum, quàm experientiâ. Si enim moveri posset unus altero immoto, simul duo objecta distinctè percipi possent, & aliquis simul ambas ejusdem libri paginas legere, sed hoc est contra omnem experientiam; ergo immoto uno oculo alter necessariò quiescit. Sequela patet, si enim uno oculo defixo in aliquod objectum, hoc est directo illius axe optico in tale determinatum objectum, alter moveretur, axem suum opticum dirigeret in aliud objectum. Ergo etiam illud distinctè perciperet.

Assero insuper axes opticos utriusque oculi non esse parallelos; De hac controversia habet aliquid Gassendus, qui talem oculorum parallelismum adstruere conatur. Putat enim via unquam nos duobus simul oculis idem objectum intueri,

sed ferè semper alterutrum oculum ita otiari, ut ad ejus operationem nullo modo attendamus. Suam affert experientiam, asseritque se oculos habuisse longè dissimiles; ita ut uno oculo triplò majora perciperet objecta quàm altero, quod tamen non nisi post diligentem reflexionem deprehendit. Ex quo concludit alterutrum oculorum, ut plurimum feriatum esse, alioquin geminata vidisset objecta: cum impossibile sit videre idem objectum majus per unum oculum, quàm per aliud, quin geminatum appareat. Necessarium enim est, ut aliqua in duobus locis videat: neque ego hanc tanti viri, & de rebus physicis bene meriti experientiam in dubium revocare velim, quin immò eam aliis experientiis confirmo. Habemus hic fratrem aliquem Janitorem, qui uno oculo est myops, alio verò presbita; ita ut distinctissimè objecta dissita percipiat uno oculo, quæ alio vix distinguit, & vicissim cum legendum est altero utatur oculo. Idem mea confirmo experientia, quam quilibet facere poterit: Sum myops, oculos tamen habeo satis perfectè similes. Quotiescumque alterutri oculorum lentem concavam adhibeo, non clauso altero, objecta bis video, distinctè per lentem concavam; & confusè, alio oculo, quo etiam majora mihi apparent: sed opus est aliqua attentione, alioquin vix animadverterem me confusè objectum percipere, licèt quia non est casus mihi consuetus, mihi sit facilius id advertere: quam iis qui hoc habent à naturâ; quare admittenda est ea experientia: Nego tamen ea probari axium opticorum utriusque oculi parallelismum. Si enim otiatur unus oculorum, hoc est, licèt non fiat attentio ad eam impressionem quæ in eo fit; hoc non impedit quominus dirigat axem opticum ad objectum, quod alter oculus distinctè percipit.

Probo autem concurrere utrumque axem opticum in objectum, quod distinctè percipimus. Dum aliquod objectum in debita distantia percipimus, claudatur alterutet oculorum alio immoto permanente, deprehendemus objectum adhuc distinctè percipi; ergo per axem opticum, cum ea sola sit distincta visio, quæ fit per axem opticum.

Secundò dum nimis admovemus objectum oculis, illudque distinctè videre conamur, sentimus difficultatem in convertendis oculis ad tale objectum: sed nulla esset difficultas si semper axes optici paralleli esse deberent: ergo axes optici paralleli non permanent, dum objectum distinctè à nobis percipitur.

Tertiò faciunt rationes supra propositæ, nempe quod duo simul objecta distinctè videremus: non quælibet, sed ea quæ distarent ab invicem distantiâ, quæ est inter utrumque oculum, quod experientiæ repugnat communi.

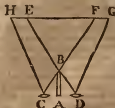
Quia tamen non possunt semper axes optici quomodolibet concurrere quando nempe objectum est valdè vicinum oculo, fieri non potest, ut ad se invicem inclinentur oculi, & dirigant utrumque axem opticum ad idem objectum: inde fit ut myopibus sæpè accidat, unum tantùm oculum ad objectum dirigi; & eo tantum legere, altero quidem oculo quasi feriante, si ita bene non videat: hoc est si tanta sit disproportio inter ejus visionem, & oculi bene affecti visionem, ut animum non afficiat. Quod si æquales sint oculi, oritur multiplicatio objectorum, ut sæpè experior, & ostendam infra.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Duo oculi communiter meliùs vident, quam unus tantum.

Hanc propositionem non possum meliùs probare quàm experientiâ, hæc communiter affertur. Pone manum, vel quodlibet aliud corpus opacum



AB, inter utrumque oculum C & D, proponaturque objectum H G, in debita distantia ad hoc ut distinctè percipiatur; oculus C videt totam lineam H F, & oculus D, totam E G: igitur linea E F, ab utroque oculo videtur, H E autem, & F G, ab uno tantum. Experientiâ autem constat partem EF, meliùs videri quam partes HE & FG, quia nempe in loco in quo oculus C videt lineam H E, oculus D videt corpus opacum A B, quod quia nimis vicinum est oculo D, & valdè obliquè ab eo spectatur, non satis distinctè videbitur: Prævalet igitur visio partis F E, facta ab oculo C, supra visionem corporis opaci AB, factam ab oculo D. Hæc tamen ultima aliquid confusionis invehet in visionem objecti H E. Unde si clauderetur oculus D, melius videretur pars HE. Experietia etiam constat melius videri E F, duobus simul oculis quàm si alterutro tantum videretur. Ratio est quia duæ impressiones factæ liæet in duobus organis, idem repræsentantes plus possunt, quàm una tantum.

Dixi tamen communiter, & addidi quod objectum proponeretur in ea distantia quæ necessaria est, ut distinctè percipiatur, quoties enim confusè videtur, mæ or oritur ex duplici visione confusio, quàm ex unica tantùm. Ratio est quia cùm est confusio objectorum penicilli, non perfectè uniuntur, interrumpunturque propter maculas, & defectus in oculis existentes, ut diximus cum de myopibus; plures autem sunt maculæ, & notæ in duobus oculis, quàm in uno: igitur & major interruptio radiorum, & major confusio oritur ex duplici visione, quàm ex una tantum. Ita myopes qui objecta præcipuè alba geminata vident etiam uno oculo; quadruplicata percipient duobus oculis.

Superius allatæ experientiæ videntur adversari Aristoteli, & Galeno, asserentibus uno oculo meliùs, & distinctiùs objecta percipi, quàm duobus; eò quòd clauso uno oculo ad alium spiritus animales confluant, qui virtutem videndi augeant.

augeant. Aristotelis locus illi vulgò non tribuitur, & inter spurios rejicitur. Dico ergo hujusmodi spirituum affluxum vix bene notari; immò contrarium accidere, nam dum per aliquod tempus, unum oculum claudimus; eâ vi quam oculo inferimus, ita impediuntur spiritus, ut sensim hebescat aperti oculi acies, ideóque qui ut melius scopum attingant oculum claudunt; non ideo quia hoc modo melius vident, sed quia certiùs unicâ scilicet lineâ ictum dirigunt.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

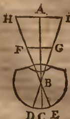
Duo objecta simul non videntur distinctè.

Illud solum objectum distinctè videtur, quod per axes opticos percipitur, sed (*per 37.*) in unum tantum objectum ambo axes optici diriguntur, ergo unicum tantum objectum distinctissimè percipitur. Unde si mathematicè res perpenderetur; unicum tantum punctum deberet cum omnimoda distinctione videri. Quia tamen versamur in materiâ physicâ, & non tantum id quod in axe optico mathematicè sumpto versatur, videtur perfectè, sed quod in axe optico physico, & sensibili. Neque enim aliud probavit (*propositio 26. hujus*) ideo illud quod cum ea distinctione comprehenditur aliquam habet latitudinem. Adde quod ea quæ sunt viciniora axi optico melius distinguuntur, quàm quæ sunt ab eodem remotiora; inde fit ut hæc omnia latitudinem habeant.

Ex eo distinguere possumus simplicem aspectum ab intuitu, seu ut vocant aliqui, obtutu. Nam ea omnia quorum radii, ad oculum quomodocumque pervenire possunt, sub aspectum cadunt; sive directis, sive obliquis spectentur radiis; & ut objectum quodcumque etiam magnum hoc modo videatur, vix tempore indigemus, cum simul omnes ejus partes in oculum incurrant.

Quæ verò per intuitum spectamus, ut nempe singularum partium perfectam notionem habeamus; indigemus aliquo tempore; ut nempe successivè axis opticus singulas ejus partes percurrat, ita simul paginam integram non legimus.

Objectorum autem paulò remotiorum plures partes, simul sub intuitum cadunt, quàm objectorum viciniorum, supponamus enim latitudinem axis optici, sub quo objecta perfectè percipiuntur esse unius gradûs, hoc est quod objectum distans



ab axe optico hinc inde uno semi gradu adhuc benè percipiatur, certum est quod in majori distantia, plures partes objecti cadent intra illum gradum, quàm si vicinius esset oculo. Sit enim axis opticus mathematicus ABC, centrum retinæ sit B, sed non tantum in C præcisè, sed in toto spatio DCE, objecta distinctè videantur. Ducantur per B, radii EBH, DBI. Ex suppositione quæcumque videbuntur esse intra lineas EBH, DBI (*per 5. hujus*) expriment suam imaginem in spatio DCE; ergo distinctè spectabuntur; sed clarum est quod quò in remotiori spatio verbi gratiâ HI, collocabitur objectum, eò plures ejus partes cadent intra lineas BI, & BH, quam si collocaretur in FG; igitur quò objectum erit remotiùs, eò plures ejus partes simul intueri poterimus. Quod erat demonstrandum.

Ex hoc sequitur quod ii qui, ut legant, objectum multùm oculis admovere coguntur, indigeant maximo motu non tantum oculorum, sed etiam ipsius capitis, ut paginam, aut lineam integram percurrant. Qui verò in majori distantia legere possunt, non indigent tanto motu, ut characteribus axem opticum applicent.

Quando verò fit comparatio unius cum alio; hæc non est opus solius oculi; sed etiam imaginationis, aut sensûs communis. Idem dicendum est de visione, quæ fit objectorum jam præcognitorum; nam verbi gratiâ dum puer non assuetus; vult legere omnes singillatim characteres, cum aliquo tempore ne è memoria subitò elabantur percurrit. At verò qui est exercitatus, leviùs singulos perlustrat, & sæpe ex aliquibus tantum distinctè visis, & dispositione totius vocis, excitat memoriam etiam eorum, quos non fuit perfectè intuitus. Unde memoria supplet id quod visioni defuit.

Accidit autem aliquando, ut ea quæ magis inter se differunt, faciliùs inter se distinguantur, ita nigrum colori albo vicinum, faciliùs distinguitur, quam si eidem vicinus esset alius color. Ratio hujus rei clara est, quia diversæ affectiones magis feriunt sensum: si enim impressio ab objectis facta est aliquis motus, motus melius advertitur, dum comparatur cum alio motu omnino contrario; quàm si compararetur cum motu simili. Si verò illa impressio sit aliqua qualitas, etiam melius advertimus earum differentiam, dum utraque est præsens, quam si præsens esset alia qualitas magis ei similis. Ex hoc sequitur quod aliquando possumus distinguere objectum, quod videmus, ab aliquibus, & non ab aliis; ut dum videmus aliquid magnum à longè, judicamus non esse animal; nescimus tamen an sit domus, an rupes.

Ex eo voluerunt aliqui, quòd faciliùs rationes genericas videamus, quàm specificas; sed ista omnia non pertinent ad visionem; sed ad potentiam aliquam superiorem; ideoque non sunt propriè hujus loci; nam oculus videt objectum quod ipsi proponitur. Quòd verò objectum tam imperfectam visionem in oculo producat, ut aliud etiam specie diversum non multum dissimilem ex tali loco, & in talibus circumstantiis produceret, hoc non impedit quominus hoc individuum ipsi propositum videat. Quare falsæ sunt propositiones aliquæ ab Aguilonio propositæ; verbi gratiâ ista, Generica objectorum ratio prius ac minori tempore percipitur quam specifica, pro qua substituenda esset alia, nempe non requiritur tantum tempus, ut per visionem intellectus deducatur in cognitionem rationis genericæ quam ad cognitionem rationis specificæ.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Cæco visum tribuere.

Meritò hæc propositio temeraria videbitur, si tamen adsint aliquæ circumstantiæ ita tentari poterit. Supponatur esse cæcus, cui integra sit retina, & ad sentiendum apta, casu tamen aliquo defluxerint tres humores, ex quibus oculus componitur, nempe aqueus, crystallinus, & vitreus, pateatque via ad retinam usque, hoc est nulla sit membrana, quæ aditum præcludat; dico probabiliter fieri posse, ut juvetur potentia visiva, suppleanturque hi humores. Cùm enim isti humores non sentiant, nec in iis exerceatur sensatio, quam suppono exerceri in retina, horum humorum officia, non sunt præcise vitalia. Tantum enim refractiones tales efficiunt, radiorum luminis ab objectis prodeuntium, ut in fundo oculi depingantur eorum imagines. Sed facilè objectorum imagines ope lentis convexæ, in retina exhibebuntur, etiam si non habeantur humores: ergo poterit sufficienter determinari potentia ad videndum, etiam sine hujusmodi humoribus.

Assumatur enim lens vitrea, minoris sphæræ portio, quæ nempe radios solares ad distantiam semidigiti uniat; & quæ consequenter rerum imagines ad distantiam eandem exhibeat, formeturque oculus artificialis ex vitro, solent enim sæpe coclites ex vitro fictitios oculos præferre, ut deformitatem occultent. Sitque oculus ille non diaphanus, sitque foramen æquale uveæ cui subsit lens convexa, ita tamen aptentur omnia, ut lens convexa, distet à retina secundùm distantiam sui foci; certum est, quod tam exhibebuntur objectorum imagines in retina, quam depingerentur in charta; sed in charta exhiberentur perfectè, ergo & in tali casu in retina exhibebuntur. Quare si tota superior doctrina vera sit, quod nempe humores hi id tantum præstent, ut imagines in retina efformentur, & quod nulla requiratur alia determinatio ad videndum, quam hæc; non video quare retina, quam integram supponimus, & aptam ad sentiendum, non determinaratur sufficienter ad videndum.

Tota difficultas in suppositione posita est, an scilicet ablatis humoribus, retina possit suam temperiem naturalem diu retinere, ita ut non indurescat, aut arescat, aut callum obducat, fiatque ad sensationem inutilis. Memini tamen me collocutum aliàs cum cæco, docto, & Theologicis etiam studiis instructo, à quo cum petiissem, quam de coloribus ideam haberet: respondit se in magna luce, hoc est dum oculos ad radios, solares converteret, aliquem splendorem videre, huic tamen adhuc puero morbus humores oculi occuparat. Ex quibus concludo, posse etiam sine humoribus conservari retinam integram, cum dispositionibus ad videndum.

Confirmatur. Possumus lentibus convexis, & concavis juvare potentiam visivam, male conformatam, dum scilicet penicillorum unionem acceleramus, & retardamus. Ergo poterimus etiam vices humorum supplere, modò ut dixi integra perseveret retina.



OPTICÆ LIBER SECVNDVS.

De Visione duorum oculorum.

Vt facilius quæ sequuntur intelligantur aliquæ definitiones sunt hic explicandæ.

DEFINITIONES.

PRIMA definitio. Radius opticus est quæcumque linea, ita ab ojecto ad oculum ducta, ut per foramen pupillæ, sive cum refractione, sive sine refractione transeat; & vi illius objectum videatur. Non expendo adhuc quid sit ille radius. Certum est autem illum conjunctum esse cum radio luminis, vel melius radius opticus est quicumque radius ab objecto rectà ad oculum tendens, vi cujus imago aliqua, in retina exprimitur. Ex quo sequitur quod ejusdem partis objecti sint plures radii, quia ut ostendimus per singula pupillæ puncta ab eodem objecto radii transmittuntur.

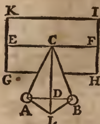
2. Axis opticus est radius per pupillam, & centra omnium humorum transiens: de illo jam diximus supra, ostendimusque vi illius axis certissimam, & distinctissimam fieri visionem. Duo oculi duos habent, & diversos axes opticos. Unde concludes motis oculis moveri tales axes opticos. Connectens centra visuum est linea per utriusque oculi centrum ducta.

3. Axis communis, est linea bifariam secans connectentem centra oculorum, & transiens per concursum nervorum opticorum utriusque oculi; ut si sint nervi optici BL, AL, linea BD, producta est axis communis. Unde immobilis est ille axis immoto capite licèt moveantur oculi.

4. Horopter est linea per concursum axium opticorum ducta, & parallela connectenti centra oculorum.

5. Horopte

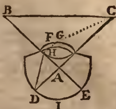
5. Horopteris planum est planum per horopterem ductum, & rectum ad planum per axes Opticos. Quod ut oculis subjiciatur. Sint duo ocu-



li A & B, sint axes optici AC, BC, directi in punctum C, quod distinctè ab utroque oculo videatur, sint centra oculorum A & B, sitque AB, connectens centra oculorum, quæ dividatur bifariam in D, linea DC erit axis communis, sit linea EF, parallela lineæ AB, erit EF horopter. Intelligatur planum GHIK, ductum per lineam EF, & rectum ad planum ACB, vocabitur planum horopteris.

6. Pyramis optica est pyramis radiis opticis principalibus comprehensa, cujus basis est objectum, vertex centrum oculi. Licèt hæc consideratio meo judicio, non sit magni momenti, ne tamen alicui æquivocationem aliquam pareret, relinquendam non censui. Et primò quidem certum est, à quolibet rei visibilis puncto, ad quamlibet oculi partem, lumen aliquod ad visionem requisitum emitti, aut saltem reflecti; inde fit ut tot fiant pyramides, aut coni, quot sunt in objecto puncta, quorum vertices sunt in objecto, & bases sunt ipsa pupilla, aut ipse oculus. In singulis hujusmodi conis possumus cogitare radios minus principales, & alios principales. Principales erunt illi qui per centrum oculi transeunt, sive revera per pupillam admittantur & de facto visioni inserviant, sive non admittantur per pupillam; ideoque sint inutiles ad visionem. Possunt tamen cogitari, cùm propriè determinent locum in quo videtur objectum, possumus item solos illos radios principales cogitare, seclusis per intellectum cæteris minùs principalibus, immò cogitare oculum quasi unicum punctum, & sub hàc consideratione fit pyramis, cujus basis est objectum, vertex est oculus, radii principales ab objecto in oculum ducti sunt illius pyramidis latera.

7. Maxima pyramis optica, ea omnia comprehendit, quæ oculus unico intuitu spectare potest, unde communiter optici magnitudinem pyramidis opticæ non æstimant, penes magnitudinem objecti, sed penes magnitudinem anguli; quare melius meo quidem judicio definiri, posset hæc maxima pyramis per maximam imaginem quæ in oculo formari potest. Cum enim radii principales, sub quibus comprehenditur pyramis optica, uniantur omnes in centro retinæ, ibique angulum aliquem faciant cui opponitur alius angulus oppositus ad verticem, determinans magnitudinem imaginis in retinâ expressæ; illa erit maxima pyramis, quæ maximum angulum comprehendit, sub quo videri possit illud totale objectum quod unicò intuitu spectari potest, & consequenter cui opponitur in retina maxima imago. Ut si sit centrum retinæ A, & nihil videri possit sub angulo majore quam sit BAC, cui opponitur ad verticem DAE, determinans magnitudinem imaginis DIE, erit BAC maxima pyramis optica.



Neque obstat huic considerationi, quod definiamus illam pyramidem per radios principales, & per centrum oculi transeuntes, qui tamen plerumque sint tantum fictitii, & inutiles visioni: cum per pupillam non transeant, atque adeo ad retinam non perveniant, sed excludantur partibus oculi non diaphanis. Licèt enim radii CA, BA, non transeant per pupillam, transit tamen aliquis radius CH, qui post aliquas refractiones attingit retinam in puncto D, & cum diximus (*prop. 5. hujus*) semper objectum videri esse in linea recta ducta à loco imaginis, per centrum retinæ A, imago D, repræsentabit punctum C, secundum lineam DAC, etiam si sit formata vi radii CHD, igitur quandoquidem objectum videtur semper esse in linea per centrum A transeunte, bene possumus abstrahere à radiis illis quibus imago formatur, ut eas tantum consideremus lineas, in quibus singulæ objecti totalis partes spectantur; & sub illa consideratione oculus, vel eius centrum per modum puncti spectatur.

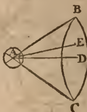
Ex quibus facilè colliges quid sit angulus visorius, quid sit sub majori aut minori angulo videri: est enim videri secundum lineas in centro retinæ coëuntes, & majorem, aut minorem in eo angulum comprehendentes. Colliges item quare illud axioma communiter recipiatur. Quæ sub majori angulo videntur majora apparent, quod intelligendum cæteris paribus, aut quando de distantia non possumus judicare, cum enim angulus in centro retinæ formatus major est, v. g. BAC, illi ad verticem opponitur DAE ipsi æqualis, quò autem angulus DAE major est, eò etiam (*per 28. 6. Eucl.*) arcus DIE seu imago major erit.

Cum autem ex natura rei, oculus sit ad modum sphæræ compactus, & pupilla sit in eius medio, nec sit ulla potior ratio, cur objecta ad lævam posita, potiùs quàm quæ ab sinistram jacent, videantur; neque alta, seu sublimiora, potiùs quàm depressa; pyramis illa æqualiter ex omni parte porrigetur, ideoque conus potiùs erit quam pyramis, cujus axis coincidet cum axe optico, seu cum illo radio qui per centra omnium humorum transit. Ex quo vides rationem, quare vocetur axis opticus; secludo tamen aliqua accidentia, quæ possunt coarctare magis conum opticum ex una parte, quam ex alia, ut verbi gratia, protuberantia nasi.

Quod ut melius intelligas. Sit oculus A, in cujus centro retinæ A, intelligatur constitutus vertex coni recti BAC, qui sit maximus opticus, hoc est quæcumque sunt extra illum conum producta si sit opus, videri non possint, sitque illius

coni

coni axis AD, vides facilè eam lineam AD, perpendicularem esse ad oculum, & per mediam pu-



pillam transire; ideoque objectum quod in linea A D positum erit, distinctè videbitur, & pro ut recedet magis à linea A D, magis confusa erit illius visio. Denique posita extra maximam pyramidem, nullo modo videntur quod patet ex definitione maximæ pyramidis opticæ.

Notandum autem quod moto oculo alia debeat intelligi hujusmodi pyramis optica: ut si obverteretur oculus, ita ut axis opticus esset A E, tota etiam pyramis ascenderet, quæ omnia per se patent.

Quanta autem sit quantitas illius pyramidis est satis difficile definire. Aliqui dicunt ferè hemisphærium simul videri; definiemus autem postea, dum nempe aliqua nobis occurrent principia ex quibus id definiamus.

AXIOMATA.

AXIOMA I.

Visus per lineam rectam effertur. Hoc axioma præsuppositum fuit ab Euclide, nescio tamen, an ita proclive sit ejus perfectum sensum tam citò exponere. Quod si opinio quæ antiquitùs satis communis erat, nempe visionem fieri per extra missionem radiorum, aut luminis ab oculo, ad objectum, vera esset, de qua dicemus suo loco, non usque adeò difficile esset intelligere quid sibi vellet præsens axioma. Diceremus enim hujusmodi radios ab oculo ad objectum emissos secundum lineam rectam produci: quia tamen exolevit jam diu hæc opinio, & licet tolerabilis esset, non posset tamen habere locum axiomatis: ideò inquirere debemus, an aliom sensum habere possit. Primus sensus qui lumine naturali, & experientiâ notus est, erit, si dicamus id quod ab objecto ad oculum propagatur, produci per lineam rectam. Quod autem aliquid propagatur puto à nemine negari posse. Ostendimus enim jam supra, lumen à quolibet objecto ad oculum propagari, & sine lumine nihil videri; quod verò id quod propagatur per lineam rectam, in oculum incidat, facilè ostenditur: si enim aliquod corpus opacum interjiciatur inter objectum, & oculum, cessabit omnis illius visio: si interjiciatur, sed non secundùm lineam rectam videbitur objectum.

Secundus sensus quem pati potest illud axioma, est quod objectum repræsentetur esse in linea recta ducta ab imagine ad centrum retinæ; (*per propositionem 5. hujus*) & consequenter in linea recta perpendiculariter incidente ab objecto in locum, & in eo sensu videtur aliquid ab oculo in objectû emitti; hoc est quod detur aliquid in oculo quod ad objectum referatur, seu quod illud repræsentet esse in ea recta linea. Quia autem oculus aliquando sumitur per modum unius puncti: dicimus communiter quod objectum videatur in ultimo radio in oculum incidente; hoc est quod licèt lumen ab objecto reflexum, aut si velis species visibilis multas ante oculum sit passa, aut reflexiones, aut refractiones: oculus, ut ita dicam divinare non potest hujusmodi reflexiones, aut refractiones: sed tantùm videt objectum in eo prorsus loco in quo si existeret in ultimo radio in oculum incidente.

AXIOMA II.

Id tantum videri potest cujus aliquis radius ad oculum pertingit. Objectum enim vel per se, vel per aliquid aliud determinare debet oculum ad visionem sui: non potest autem illud præstare, nisi mediante aliquo lumine. Ostendimus autem omne lumen ad hoc inutile esse, nisi quod ab objecto, aut producitur, aut remittitur; ergo nisi aliquis radius opticus ab objecto in oculum incurrat, non videbitur objectum.

Ex quo etiam colligere licet, distinctorum objectorum distinctos esse radios opticos; quia à duobus objectis non una eademque linea duci potest: ergo neque idem radius luminis remitti, seu esse unus idemque radius opticus.

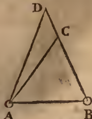
AXIOMA III.

Quæ sub majori angulo videntur majora apparent: quia quò res sub majori angulo videbitur, eò major erit imago; cùm autem imago repræsentet objectum per lineas rectas per centrum retinæ transeuntes, quò major erit imago, eò major res apparebit; ergo quò major erit angulus sub quo res videbitur, eò major res apparebit.

PROPOSITIO I.

Ex inclinatione axium opticorum utriusque oculi, objecti distinctè visi; distantia aliquo modo dignosci potest.

Sint duo oculi A & B, intendentes in idem objectum C, ita ut sint duo axes optici AC, BC.



Dico ex inclinatione utriusque axis cum linea AB, seu ex angulis CAB, ABC, posse haberi aliquam distantiæ objecti C cognitionem.

Sentimus oculorum motus; ergo etiam est aliqua facultas in anima cognoscendi oculorum dispositionem, sed alia est dispositio, & situs oculorum pro

pro varia objecti clarè, & per axes Opticos visi distantia; ergo ex eo motu, & situ diverso, potest aliqua haberi cognitio saltem æstimativa distantiæ objecti.

Secundò sentitur aliqua difficultas in dimovendo oculo ex situ suo naturali quo axes sunt ferè paralleli, ideoque sentit quasi situm quem habet in ordine ad oculum; sed hoc ipso cognoscitur inclinatio illa quæ fit, verbi gratia, in puncto A.

Tertiò quando oculus A, videt punctum C, videt item aut punctum B, aut aliquid illi vicinum, nempe extremitatem nasi, vel aliquid hujusmodi, licèt radius AC, non videatur, formatur in oculo imago objecti C, & imago objecti valdè vicini ipsi oculo B, & sentit oculus se affici in locis valdè vicinis, ergo videt oculus A, longitudinẽ lineæ BC: videt item oculus B, longitudinem axis AC; ergo ex his devenit, aut sensus communis, aut ipse oculus in cognitionem distantiæ objecti C, ab utroque oculo, quam unus oculus non potest sufficienter determinare. Supponantur enim esse duo objecta in C & D, quæ spectentur ab oculo B; oculus B non potest cognoscere longitudinem linearum AC, AD, quia illæ sub æquali angulo apparent; ideo non potest oculus B discernere in quo puncto lineæ B D videatur objectum, sed adveniens oculus A, id determinat; quia si moveatur objectum secundum lineam CD, advertit imaginem in diversis partibus exprimi, aut motum aliquem esse necessarium in oculo ut objectum sequatur: ergo poterit cognosci locus objecti.

PROPOSITIO II.

Quò major est objecti distantia ab oculo, eò melius vi duplicis visionis, judicium ferimus de illius distantia.

Tunc meliùs, & certiùs vi duplicis visionis judicium ferimus de objecti distantia, quando æqualis mutatio in objecto, majorem in oculo mutationem producit; sed quando objectum est vicinius oculo, quæcumque mutatio accidet in objecto, secundum distantiam, majorem in oculo mutationem producet, quam si objectum fuisset magis remotum, & eandem mutationem passum esset secundum distantiam. Sint enim duo oculi



A & B, sitque objectum, quod moveatur primò ex C in D; deinde verò moveatur ex D in E, ita ut sint æquales lineæ CD, DE, & semper axes oculorum sequantur objectum illud, dico majorem fieri mutationem in oculis A & B, dum moventur axes optici ex C in D, quam dum moventur ex D in E, seu quod idem est angulus EBD, minor est angulo DBC; hæc enim mutatio fit in oculis quod mutentur anguli qui fiunt ab axibus Opticis cum linea AB.

Quandoquidem supponitur objectum recedere ab oculis dum movetur à puncto C, in D; & à puncto D in E, erit linea BC minor quam BD, & BD, minor quàm BE; alioquin non recessisset objectum. Ex puncto B, ut centro, intervallo BD, describatur circulus F D G, producaturque linea BC, quæ minor supponitur, quam BD, usque dum secet circulum in F.

Demonstratio. Angulus FBD, ita est ad angulum DBG, sicut sector FBD ad sectorem DBG (*per* 18.6.*Eucl.*) sed triangulum CBD, minus sectore FBD, (*per* 8.5.*Eucl.*) minorem habet rationem, ad sectorem DBG, quàm sector FBD, & adhuc multò minorem ad triangulum DBE, quod majus est sectore DBG; ergo angulus CBD, majorem habet rationem ad angulum D B E, quàm triangulum CBD ad triangulum DBE, sed (*per* 38.1.*Eucl.*) triangula CBD, DEB, sub æqualibus basibus DE, DC, sunt æqualia. Ergo angulus CBD, majorem habet rationem ad angulum DBG, quàm ut sit illi æqualis; ergo illo major est; ergo dum movebitur objectum ex C, in D, majorem mutationem sentiet oculus, quàm dum movetur, ex D in E; ergo certius judicium ferimus de distantiâ objecti, vi duplicis visionis, quando vicinius est, ac quando est remotius, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Potest objectum ita ab oculo removeri, ut amplius vi duplicis visionis judicium ferri non possit de illius distantia. Ostendimus enim angulum decrescere, quod si ulteriùs procederet adhuc decresceret angulus; ergo poterit ita decrescere, ut etiamsi adhuc removeretur, nulla fieret sensibilis mutatio in oculo; sed quoties res ita se habent, nullum judicium ferri potest de distantia; ergo dum objectum nimium distat, vi duplicis visionis judicium ferri non potest de distantia.

COROLLARIUM II.

Quò angulus qui fit in objecto, à duobus axibus est acutior eò minus certum judicium ferri potest. Nam ostendemus in puncto E, angulum AEB, esse acutiorem quam angulum ADB, & ADB, quam ACB, (*per* 21.1.*Euc.*) Item quò minor est angulus comprehensus à duobus axibus, v.gr. AEB, eò axes AE, BE magis sunt paralleli, quia anguli EAB, EBA magis accedunt ad duos rectos. Nam angulus AEB, est id quo prædicti anguli differunt à duobus rectis cum trianguli tres anguli sint duobus rectis æquales. (*per* 32.1.*Eucl.*)

Vel alio modo idem demonstro. Quò magis removetur objectum eò axes optici magis accedunt ad parallelismum; ponamus ergo axes AE, BE, esse physicè parallelos, in tali casu etiamsi in infinitum removeretur ulterius objectum, non tamen axes essent paralleli; ergo tunc judicium nullum ferri potest de distantia objecti.

Quæret aliquis quænam sit hæc distantia in qua judicium de distantia nullum ferri potest, vi duplicis visionis.

Respondeo primò in genere quoties distantia utriusque oculi non habet sensibilem aliquam rationem ad distantiam objecti, v.g. si distantia objecti sit trigecupla distantiæ oculorum inter se; angulus qui fiet in objecto à duobus axibus opticis erit circiter unius gradus, ita ut quantumlibet

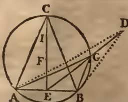
moveatur ulteriùs,non fiat mutatio unius gradûs; ideo jam illa distantia nimia est, quam ut feratur judicium certum de illa.

Quæ doctrina universalis est, & ad plurima se extendit, & primò quidem ad parallaxin, nam est species aliqua parallaxis, cum sit diversitas aspectûs, nempe quod ab uno oculo in unam partem spectetur, & ab alio oculo in aliam. Sicut ergo parallaxis astrologica,est diversitas aspectus;nempe differentia quæ est inter locum in quo apparet astrum, oculo in superficie terræ posito, & illum in quo appareret ei qui in centro terræ versaretur, posito quòd terra esset diaphana; ita ut dicamus quod quoties semidiameter terræ est tantum trigesima pars distantiæ, verbi gratiâ,lunæ à terra,possit quidem judicium aliquod ferri de distantia lunæ;ita etiam quando similem habet rationem distantia oculorum inter se ad distantiam objecti, idem dicendum est. Et sicut quia semidiameter terræ non habet sensibilem rationem ad distantiam solis, ideo est periculum erroris in æstimanda ejus distantia, quia vel minimus error in observatione angulorum factus, intolerabilem errorem producit in æstimatione distantiæ. Idem proportionaliter dicimus in Geodesia, quoties nempe metiri volumus aliquam longitudinem,formamus triangulum aliquod,cujus angulos metimur,& unum latus, & ex iis cognitis deducimur in cognitionem aliorum laterum; si tamen latus quod nobis datur tanquam mensura, ut ita dicam,cæterorum, sit nimis parvum,nec habeat notabilem rationem ad reliqua,erit maximum errandi periculum, neque aliquid certi statui poterit.

PROPOSITIO III.

De objecti obliquè spectati distantia minus certum judicium ferri potest, quam de distantia directè spectati.

Sint oculi A & B spectantes directè objectum C,ita ut sint axes AC, BC æquales. Divisaque linea AB bifariam in E, sit EC distantia objecti C. Sit aliud objectum D, obliquè spectatum, cujus distantia ED,sit æqualis distantiæ EC.Dico certius judicium ferri de objecto C quam de objecto D.



Per tria puncta ACB describatur circulus ACB cujus centrum F,& quia in triangulis AEC,BEC, singula latera sunt singulis lateribus æqualia (*per 7. 8. Eucl.*) erunt anguli AEC, BEC æquales,ergo recti. Cum ergo linea AB sit divisa bifariàm in E,& EC sit perpendicularis ad eam (*per Cor.1.3. Eucl.*) in EC erit centrum F,& linea EC (*per 7. 3.Eucl.*)erit maxima omnium,& ideo major quam EG, erat autem ED æqualis ipsi EC; ergo EG minor est quam ED. Ducantur lineæ AG, BG. (*per 21.3.Eucl.*) anguli ACB,AGB,sunt æquales: sed angulus AGB, (*per 21.1.Eucl.*) major est angulo ADB; ergo angulus ACB major erit angulo ADB, sed (*per Cor.1.2. hujus*) quando angulus in objecto minor est eo; axes sunt magis paralleli & judicium de distantia petitum ex duplici visione minus certum est; ergo de objecti obliquè spectati distantiâ minus certò judicamus, ac de distantia objecti directè spectati, æqualiter distantis quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quando anguli comprehensi sub axibus opticis & sub linea connectente centra oculorum sunt æquales,axes optici etiam sunt æquales,& de objecti distantia certiùs judicium ferri potest.Ut si sint anguli CAB,CBA æquales (*per 6.1.Eucl.*) erunt latera AC,BC æqualia,& per hanc propositionem certius judicium ferri poterit, de objecti distantia.

Pariter si concurrant axes optici ad punctum quodcumque I lineæ EC, perpendicularis ad lineam AB connectentem centra oculorum & eam dividentis bifariàm in E,erunt inquam axes optici æquales, in quocumque autem alio puncto concurrant extra dictam lineam, erunt semper inæquales,quod ita patet per se ut pigeat demonstrare.

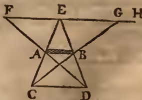
Aliqui optici hic comparant diversimode hujusmodi axes opticos, quandonam sint æquales vel inæquales, sed puto rem esse valde inutilem in ordine ad eam materiam de qua hic agimus.Ideoque hujusmodi demonstrationibus quas difficile non esset hic congerere, ut inutilibus abstineo.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Corpus opacum,axibus opticis comprehensum nullam partem objecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat.

Sit corpus opacum AB, quod ita disponatur ut axibus opticis CE, DE comprehendatur, & illos non intercipiat:dico totum objectum FG videndum esse.



Probatur quia corpus opacum AB non impedit quominus axes optici in idem omnino punctum E dirigantur ex suppositione;ergo objectum EH videbitur ab oculo D; sicut totum objectum EF videtur ab oculo C.Ergo nihil est quod non videatur ab alterutro oculo.Ducantur lineæ CBG,DAF, dico objectum FG non nihil obscurari, illud enim objectum videtur obscuriùs, quod ab uno tantum oculo spectatur; quàm quod duobus oculis simul videtur; sed totum objectum FG tale est; ergo non

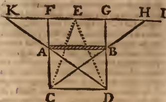
non nihil obscuratur, ab illa interpositione corporis opaci; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si corpus opacum excedat axes opticos, aliquid objecti latebit, aliquid uno tantum oculo videbitur, & aliquid ambobus.

Sit corpus opacum A B quod excedat axes opticos C E, D E, ducantur radii D B G, C A F,



CBH; dico partem objecti FG nullo modo videri posse, partem GH, & similem ex alia parte videri non posse, nisi ab uno oculo; alias ab utroque oculo videri posse.

Probatur. Oculus C nullo modo videt partem FH, corpus enim opacum intercipit omnes radios qui inter CH & CF cadere possent; pariter oculus D non videt partem KG, quæ duæ partes habent communem FG; ergo FG à neutro oculorum videri potest, GH autem & FK ab uno tantum videbuntur; aliæ partes objecti ab utroque oculo videbuntur.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Corpus opacum minus, quàm sit intervallum axium opticorum, ita tegit objectum, ut partes media, & extrema objecti ab utroque oculo spectentur, reliqua ab alterutro.

Sit corpus opacum A B, minus intervallo interjecto inter axes opticos C E, D E. Ducantur



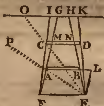
radii DBF, DAH, item CBI, DAH. Dico partem FG mediam ab utroque oculo videri, item partes IK, LH, extremas. Addo partes GI HF, ab uno tantum oculo videri.

Demonstratio. Oculus C videt totum objectum exceptâ parte G I interceptâ inter radios extremos CBI, CAG, oculus D videt item totum objectum exceptâ parte HE; Ergo totum objectum videtur ab utroque oculo, exceptis partibus H F, G I quæ ab uno tantum oculo spectantur, ideoque non ita clarè videntur, sc cæteræ; quod experientiæ congruit.

PROPOSITIO VII.

Si corpus opacum minus fuerit lineâ conjungente centra oculorum, quo propius fuerit oculis, eo minorem partem objecti teget; eò majorem, quo ab oculis removebitur.

Sit corpus opacum A B, quod sit minus lineâ E F conjungente centra oculorum, seu distantia



oculorum inter se, & in ea positione tegat partem objecti G H; dico si idem corpus opacum removeatur ab oculo, ita ut sit in CD, quòd majorem teget objecti partem, verbi gratia, IK.

Demonstratio. Cum A B, sit minor quam E F sumatur A L æqualis ipsi E F, ducaturque linea F L. Erunt lineæ E A, FL conjungentes A L, & E F æquales & parallelas, (suppono enim A B, E F parallelas esse) erunt inquam *(per 33. 1. Eucl.)* parallelæ; quare *(per 29. 1.)* linea F B, cum EA concurret ad partes G: quare erit M N minor quam AB, sumatur CD ipsi AB æqualis. Cadent lineæ ECI, FDK, extra lineas FBH E A G; ergo pars objecti IK quæ tegitur à corpore opaco posito in C D, major erit, parte GH ejusdem objecti, quæ tegitur ab eodem corpore posito in A B. Addo è contra quod major pars tegitur respectu unius oculi F, dum corpus opacum est in A B, quam dum est in CD, ut manifestum est ductis lineis FCO, FAP.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

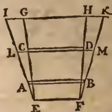
Si corpus opacum majus fuerit oculorum distantia; quò propius erit oculis, eò majorem teget objecti partem.

Sit corpus A B, majus lineâ EF distantiâ oculorum; dico si propiùs oculo admoveatur, verbi gratiâ, in AB, majorem objecti partem teget, utrique oculo, quam si esset in CD.

Demonstratio. Cum A B sit major quam EF, illique supponatur parallela; radii EA, BF, concur-

 rerent

recent ad partes E F, si producerentur, ideoque in C D magis distant inter se, quam in A B, erit igitur



tur L M major quam A B, & consequenter quam C D; quare radii per extremitates C, & D ducti, nempe radii EC, FD cadent intra radios E A, EB: unde linea I K quæ tegitur à corpore A B, vicino oculis, major erit quam GH quæ tegitur à corpore posito in C D.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Distantiam objecti ab oculo, etiam unus per vicina corpora cognoscit.

Diximus aliàs unum oculum, per se distantiam etiam valdè parvam objecti, non posse videre, neque æstimari posse à potentia æstimativa, vi illius affectionis quam fecit à visione. Diximus item ex inclinatione duorum axium opticorum posse tantum distantias aliquas minores æstimari, nunc addo ex interjectis corporibus, non quidem in lineam rectam, ab oculo ad objectum; posse sæpè sufficienter ab uno, aut duobus oculis distantiam objecti æstimari.

Sit igitur oculus A, objectum B; sitque horizontale aliquod pavimentum C B, cui insistant



varia corpora, certo ordine disposita, quæ etiam ab eodem oculo A videantur. Dico ex corporibus C, D, E, F, G, posse cognosci distantiam AB, aut C B. Videntur enim corpora C D E F G & eorum magnitudo, quæ magnitudo, omnium nempe, simul sumptorum, æqualis est distantiæ C B; ergo bene ex iis internoscitur distantia C B. Indicamus autem facilè eadem corpora posse interjici inter A & B, unde & de illa distantia AB, vi illius cognitionis quam haurimus ex visione corporum C, D, E, F, G. Nam cùm spatium sit quædam capacitas recipiendi corpus, nempe objectum B distare tot pedibus ab oculo A, nihil sit nisi interjici posse inter oculum, & objectum corpus tot pedes longum; illa autem capacitas per seipsam visibilis non sit, non poterit de illa certius ferri judicium, quàm per visionem corporum interjectorum. Cum autem ea non possint interjici directè seu secundùm lineam AB, (impedirent enim visionem) debebunt interjici secundùm aliquam aliam vicinam lineam.

Licèt autem apposuerim exemplum horizontalis plani, id tamen etiam accidet in omnibus aliis planis. In quo notandum est quod certius erit judicium si corpora interjecta sint similia, æquali intervallo inter se dissita, tunc enim ex prima corporum illorum distantia, & magnitudine, de aliorum etiam distantia inter se, & magnitudine judicamus, & consequenter de toto spatio interjecto. Ita porticus alicujus longitudinem facilè concipimus, ex fenestrarum numero, & distantia inter se, quarum prima ferè directè visa, nos in aliarum cognitionem deducit. Ita in hortis ambulacrorum longitudinem metimur & consequenter distantiam corporis in eorum extremitate positi, ex arborum ordine consitarumnumero; & ita facilè ut hujusmodi objecta eadem ratione depicta licet in eodem plano, longitudinem tamen aliquam nobis exhibeant. Confirmatur autem ex eo, quod si de nocte in extremitate alicujus porticus, sit aliqua fax accensa, quia non videntur satis corpora intermedia vix judicium ferimus de distantia illius facis.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Ex nota rei magnitudine, distantiam colligimus & vicissim.

Hæc æstimatio distantiæ per magnitudinis jam cognitæ visionem, non solius est oculi, sed pertinet ad æstimativam. Nihilominus experientiâ compertum est, dum hominem à longè videmos tanquam pumilionem aliquem, nos subitò apprehendere maximam ejus distantiam; ita dum in nubibus aquilam ootæ magnitudinis, vix passerculum æquare videmus, judicamus eam esse multùm sublimem.

Item ex partium quibus constat aliquod corpus confusione, aut distinctione devenimus in cognitionem distantiæ. Cum enim semper experti simus, ea quæ postes deprehendimus maximè à nobis distare, confusè & sine ulla distinctione partium conspici, ita ot prout ad ea accedimus partes singulæ discernantur, ab invicem; inde quoties objectorum minutas partes non distinguimus, distantiam aliquam apprehendimus; vicissim etiam magnitudinem ex distantia colligimus.

PROPOSITIO XI.

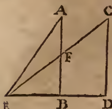
Theorema.

Magnitudinum æqualium, & similiter oculo oppositarum qua minus distat major apparet.

Sint duæ magnitudines AB, DC similiter oculo oppositæ, seu parallelæ, & æquales, sitque AB vicinior oculo E; dico AB majorem visum iri, ducantur lineæ EA, EC.

Demonstratio,

Demonstratio. Illa magnitudo major apparet; (secludo ratiocinationem quæ fieri posset circa



distantiam) cujus imago major est in retina, & quæ apparet sub majori angulo (*per axioma 6.*) sed AB apparet sub majori angulo, quam C D, cum enim lineæ BF, CD sint parallelæ erit (*per 4.6.*) ut E B ad E D; ita B F, ad DC, sed EB minor est quam ED, cum sit eius pars, ergo & BF minor erit quam DC, ergo debebit produci ulterius BF ut fit BA æqualis ipsi DC, quare erit angulus AEB major, quàm angulos CED, ergo AB major apparebit quam DC.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Magnitudines similiter oculo opposita, & apparenter æquales, se habent ut distantiæ.

Sint duæ magnitudines CD, BF, similiter oculo oppositæ, & quæ appareant æquales; dico illas se habere inter se, ut distantias.

Demonstratio. Magnitudines BF, DC sunt similiter oppositæ. hoc est sunt parallelæ inter se, sunt apparenter æquales, seu videntur sub eodem angulo CED, igitur (*per 4.6.*) ita est BF ad CD, sicut distantia EB ad distantiam ED quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XIII.

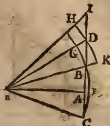
Theorema.

Ejusdem quantitatis partes æquales, & æqualiter à perpendiculari distantes, æquales aparent, inæqualiter verò à perpendiculari distantes, inæquales; & qua magis distat minor apparet.

Sint ejusdem magnitudinis DC, partes AB, AC æquales & æqualiter à perpendiculari EA, distantes; dico eas apparere æquales. Sint item partes BD, BA inæqualiter à perpendiculari EA distantes; dico eas apparere inæquales, & A B videri majorem.

Demonstratio. Cum linea EA supponatur perpendicularis ad D C, erunt anguli EAC, EAB æquales, & cum in triangulis EAC, EAB latus EA sit commune, & latera AB, AC æqualia; erunt (*per 4. 1.*) omnia æqualia, ergo & anguli BEA, CEA, ergo imagines magnitudinum AB, AC in retina expressæ æquales erunt; quod erat primum.

Secundò cum in triangulo EAB, angulus A rectus sit, atque adeo sit maximus in eo triangulo



erit (*per 18.1.*) latus AB majus latere EA. Item cum in triangulo EBA, angulus A sit rectus, erit angulus EBA acutus, igitur angulus EBD obtusus erit, quare in triangulo EDB (*per 18.1.*) erit latus DE, majus quam E B; quare si ex oculo & tanquam centro intervallo E B describatur circulus, cadet in punctum F extra triangulum, & in punctum G intra triangulum. Se habet autem angulus BEA, ad angulum GEB, ut sector BEA, ad sectorem GEB (*per 28. 6.* sed triangulum B A E; minus sectore FEB, minorem habet rationem ad sectorem BEG, & adhuc minorem ad triangulum DEB quod majus est sectore G E B, quam sector FEB ad sectorem BEG, ergo minor est proportio trianguli AEB ad triangulum BED, quàm anguli AEB, ad angulum BED. Sed triangulum AEB est æquale triangulo BED, ergo major est ratio anguli AEB, ad angulum BED, quam ut sint æquales: ergo AEB angulus major est angulo B E D, ergo pars AB, major apparet quam BD.

Sit adhuc alia pars DI æqualis ipsi BD; dico illam adhuc minorem apparere quam BD, hoc est angulum BEG majorem esse angulo GEH, quod demonstrabitur eodem prorsus modo si nempe ex E, ut centro intervallo ED, describatur circulus IDH, ostendam enim pariter lineam E I majorem esse quam ED & ED quam EB.

COROLLARIUM.

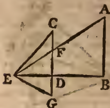
Major est ratio anguli BEA ad angulum BED, quàm lineæ AB ad lineam BD: ostendimus enim majorem esse rationem anguli B E A ad angulum BED, quàm trianguli AEB ad triangulum BED, ut autem triangulum ad triangulum, ita basis A B ad basin BD (*per 1. 6.Eucl.*) igitur major est ratio anguli BEA ad angulum BED, quam basis AB ad basin BD; quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XIV.

Si æquales quantitates ex inæquali distantia videantur, aliquando major erit ratio distantiæ majoris, ad minorem, quam apparentis magnitudinis, quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio.

Sint quantitates æquales A B, C D, spectatæ ab oculo E, ita ut sint parallelæ AB, C D: dico majorem esse rationem distantiæ E B, ad distantiam ED, quam apparentis magnitudinis, sub

quia videtur quantitas A B ad apparentem magnitudinem sub qua videtur CD, posito quòd utraque



que magnitudo sit tota ex eadem parte perpendicularis, ponatur EB distantia esse dupla distantia ED, non tamen magnitudo CD apperebit dupla magnitudinis AB, seu angulus CED non erit duplus anguli FED.

Demonstratio. (*per cor. precedens*) major est ratio anguli FED ad angulum FEC, quàm lineæ FD ad lineam FC. (*ergo per 28. 5. Eucl.*) major est ratio totius anguli CED ad angulum FEC, quam totius lineæ CD ad lineam CF. Cum ergo major sit ratio totius anguli CED ad ablatum CEF, quàm totius CD ad ablatum CF, erit minor ratio totius CEF ad reliquum FED, quam totius CD seu AB ad reliquum FD. Sed ut AB ad FD, ita EB distantia ad distantiam ED, (*per 4. 6.*) ergo major erit ratio distantiæ EB ad distantiam ED, quàm anguli CED ad angulum FED. Hoc est etiamsi distantia EB, esset, verbi gratiâ, dupla distantiæ ED, angulus CED, non esset duplus anguli FED.

Hoc autem oritur ex eò quòd, licèt pars FD, dimidia lineæ CD, aut AB, sit prope perpendicularem, eo modo, quo linea AB, pars tamen FC, removetur magis à perpendiculari in ordine ad angulos, ideoque non subtendit angulum æqualem, sed minorem. Unde opus fuit aliqua restrictione in propositione, si enim sumeretur linea FG, æqualis ipsi AB, ita ut perpendicularis ED, eam dividat æqualiter; in tali casu, eadem esset ratio anguli FEG ad angulum FED; quæ est lineæ AB ad lineam FD, ut autem anguli sub quibus res aliqua videtur, ita se habent imagines in retina expressæ, & apparentes rerum imagines. Dicendum igitur vix accidere posse, ut sit eadem ratio distantiarum, ac magnitudinum apparentium reciprocè, sed majorem esse rationem magnitudinum, si fiat comparatio majoris distantiæ ad minorem. Quod dixi de duabus magnitudinibus æqualibus, intelligendum est de eadem quantitate in diversis locis posita.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Quæ sub insensibili angulo videntur insensibilem habent apparenter magnitudinem.

Objectorum imagines in oculo se habent, ut anguli sub quibus videntur, & insuper magnitudines rerum apparentes eodem modo se habent, ac imagines (*per 3. axioma*) ergo si angulus sub quo videtur aliquod objectum sit insensibilis, tam imago, quam apparens rei magnitudo insensibilis erit, & non videbitur visione, nempe quæ ipsam distinguat ab omni alio. Omnis enim visio sensibiliter distinguens unum ab alio, oritur ab imagine in retina expressa, quæ sensibiliter distinguatur ab imagine alterius rei, illa autem non est sensibiliter distincta ab omni alia quæ insensibilem habet magnitudinem. Illa vero insensibilem habet magnitudinem, quæ ab angulo insensibili producitur. Non est tamen dissimulandum hanc propositionem ita probatam videri supponere, id quod probandum est, posset enim aliquis facilè quærere, quis sit angulus insensibilis, cum enim angulus per seipsum non percipiatur, à sensu, nisi in quantùm efficit visionem objecti, à quo procedit, ille angulus insensibilis erit, qui producet imaginem, vi cujus determinari non poterit oculus ad aliquam sensationem. Quæ propositio ita intellecta non multùm abest ab identica, & nihil omnino docet: restat enim integrum dubium, an detur hujusmodi angulus, ita parvus, ut incurrendo in retinam, imaginem quidem producat; sed ineptam, ad sensum movendum; unde puto hujusmodi rationem petendam non esse ex proportionibus mathematicis, sed aliquid etiam è physicâ accersendum esse.

Hæc difficultas oritur ex divisione continui, in infinitum: si enim semel admittamus continuum constare punctis, ita ut non sit divisibile in infinitum, evanescit omnis difficultas. Illud enim objectum quod tale est, ut videatur sub angulo ita parvo, ut non tantum radii ab ipso emissi incurrant in idem punctum retinæ, sed etiam radii ab alio objecto vicino emissi; illa inquam objecta per modum unius videbuntur, neque oculus poterit ea inter se distinguere; ideoque si retina mille tantum punctis constet, impossibile est, ut plusquam mille objecta distinguat. Illud ergo objectum cujus imago non ita punctum aliquod retinæ sibi vendicat, ut excludat ab eodem puncto imaginem alterius objecti, tale est; ut distingui non possit ab alio objecto vicino. Qui modus explicandi confirmari posset facilè experientiâ, quoties accidit, ut objecta non uniant perfectè radios ad idem objectum pertinentes in eadem parte retinæ, est confusio talis; ut objecta quorum radii in eandem partem retinæ incurrunt, videantur quasi unum objectum, ergo etiam ex hypothesi, quod retina constet numero determinato punctorum; dabitur angulus visorius, ita parvus, ut objectum, quod sub illo videbitur distingui non possit ab omni alio.

Quia tamen hæc hypothesis est obnoxia multis tricis, sapitque potiùs præcisionem metaphysicam, quam physicum principium, cui tanquam causæ inniti possit effectus physicus, ideo eam sic physicam reddamus. Sive quantitas constet partibus in infinitum divisibilibus, sive indivisibilibus; corpora tamen viventia, quæ constant partibus heterogeneis, habent sua minima naturalia, ita ut minor pars seorsim sumpta, non possit censeri pars viventis, nec habeat sola, id quod requiritur ad sensationem exercendam. Essentialiter enim anima est actus corporis organici, quod ut meliùs percipiatur, intelligatur sensatio tanquam motus aliquis localis, organum autem constet quasi aliquibus fibris, & chordis, quarum partes ita sint dispositæ, ut aliquæ moveri non possint, quin tota fibra moveatur, licèt duo motores diversas

diversas partes ejusdem fibræ impellant; unicus tamen totalis motus producetur; cum enim nullum mobile diversis motibus moveri possit, & fibræ istius partes, ita dispositæ sint, ut una non moveatur, quin alia similem motum habeat, ita licèt diversæ partes à diversis motoribus agitentur, unicus, & idem motus exurget, qui si esset repræsentativus suorum motorum, necessariò hi duo motores, seu duo objecta, licèt in diversas partes agant, per modum tamen unius totalis objecti, sine ulla distinctione repræsentabuntur. Quod autem dixi explicationis causâ de motu locali, intelligendum est de quacumque actione vitali, quæ talis est naturæ, ut exigat organum determinatæ magnitudinis, in quo per modum unius exerceatur tota actio, nec possit exerceri in una parte, quin in totali organo exerceatur: igitur quæcumque illius parvi organi, seu minimi naturalis particula attingatur, exercebitur actio illa vitalis in toto organo.

Si modus ille explicandi alicui non arrideat, (rem enim physicam explicamus, quæ ita exactè demonstrari non potest,) hic forsitan magis placebit.

Suppono autem id quod puto facilè mihi concedendum; licèt crystallinus, & alii humores satis perfectè sint sphærici, non tamen ita perfectè, ut mathematicè nullo modo à tali figura exorbitent; immò puto lentes vitreas ab artifice mediocri elaboratas longè præcisiorem habere figuram, quàm habeant isti humores; id autem facilè suadebo, si tantum inspiciantur tunicæ, quibus humores continentur. Neque enim dabitur ulla lens vitrea mediocriter elaborata, quæ tot rugis exasperetur, quot fibris protuberant hujusmodi tunicæ. Addo ulteriùs quòd licèt perfectè in sphæram abirent, non tamen in eodem prorsus puncto mathematico ejusdem objecti radios unirent; sola id præstat hyperbola, quam figuram licèt aliqui crystallino tribuere velint, facilè tamen mihi concedent à mathematica præcisione longiùs abesse. Quo semel posito principio, facilè propositionem meam demonstro, tunc tantum distinguitur unum objectum ab alio, cum eius imago ita distinctum locum occupat in retina ut nullius alterius objecti imago in eundem locum incidat; sed si objectum non uniat radios perfectè nisi in uno puncto physico, impossibile erit, ut quodcumque punctum objecti, distinctam producat visionem sui, ergo poterit dari tam parvum objectum visum sub tam parvo angulo, & occupans tam parvam retinæ partem, ut objectum vicinum eandem partem sensibilem retinæ attingat: ergo objectum sub quocumque minimo angulo spectatum videri non poterit, visione, quæ ipsum distinguat, ab omni alio; dum vero objectum majus est, ita eius imago in retina depingetur, ut alterius objecti imago illi ex toto, aut saltē sensibiliter non congruat.

Affero adhuc alium modum explicandi, desumptum ex intensione, & remissione luminis. Suppono autem id quod jam probatum est, necessarium esse, ut ab objecto, ad oculum radius luminis emittatur, ita ut lumen quodcumque in objectum incidens, inutile fit ad visionem, nisi ad oculum remittatur, addo insuper quod quò minus erit intensum illud lumen, eò minus lucida erit imago, immo quod tam remissum possit esse illud lumen, ut nullam omnino visionem efficiat. Jam probandum incumbit; eò quòd minuatur angulus visorius, minui etiam intensionem luminis, unde facilè concludam, tam parvum posse esse hunc angulum, sub quo videtur aliqua pars objecti, ut omnino videri non possit. Certum est autem radios à diversis partibus objecti remissos, si uniantur, fieri intensiores, quomodocumque id explicetur, modò non inquiro; certò enim constat experientiâ radios solares ad diversas lentis convexæ, aut speculi concavi partes appellentes, si remissi uniantur in puncto foci, ita potentes evadere, etiam intensivè, ut ignem generent. Unde concludo, quòd si in eodem puncto sensibili retinæ, adunentur radii luminis reflexi à pluribus objecti partibus validius, & intensius erit lumen, quam si in eâdem parte retinæ solum adunatentur radii à paucioribus partibus objecti procedentes; & quò pauciores erunt radii, eò debilius erit lumen: ergo tam parvum poterit esse objectum, ut lumen quod ab illo solo repercutitur sit ad visionem producendam inutile, & ineptum: ergo non quilibet parvus angulus sufficit ad visionem producendam.

Quod confirmari potest ex eò quòd, objecta ut plurimum non habeant superficiem æquabiliter fusam, ita ut nullæ partes protuberent, sic enim non remitterent lumen à sole acceptum nisi in unam partem, & consequenter non viderentur, nisi ex uno, & determinato loco; ut experimur in speculis lævigatis, quæ nisi oculus incurrat in radios reflexos non videt, nisi ad modum alicujus corporis nigri. Hoc tribui non potest alteri causæ, nisi quòd radios luminis necessarios ad visionem non remittant in omnem partem, sive species visibiles, quas multi insuper requiri volunt ad visionem, nunc tantum concludo quamlibet partem sensibilem, & visu perceptibilem, lumen remittere in omnem partem, ex quo sequitur, eam constare diversis superficiebus, & faceculis, ut observentur in iis leges consuetæ reflexionis; ergo non quæcumque pars minima prout separata visibilis est, non enim quælibet constat infinitis superficiebus. Quod adhuc si admittatur, ex hujusmodi reflexione luminis in omnem partem, sequitur debilitatio, si spectetur lumen ab una tantum parte repercussum, ut in speculo convexo experimur, quod quia dispergit lumen, ejus etiam intensionem minuit. Quare si spectetur lumen reflexum à parte aliqua valde minuta, tam debile esse poterit, ut vi illius videri non possit objectum, quod si intenderetur lumine ab alia parte vicina, posset determinare oculum ad hujusmodi partes objecti percipiendas per modum objecti unius.

Nonnullam forsitan in hoc puncto patientur difficultatem, qui omnem vim motivam, & determinativam oculi ad videndum, tribuunt speciebus visibilibus, quas ita volunt esse affixas suis objectis, ut species objecti, verbi gratiâ, albi A, sit inutilis ad videndum objectum non tantum nigrum; sed etiam inutilis ad videndum objectum album B, unde vix in illa hypothesi satis explicare possunt quomodo parvitas objecti nocere possit visioni. Si enim extensio objecti non juvat ad visionem, neque parvitas nocebit, sed ex ipsis extensio non juvat; nam ad hoc ut extensio juvaret deberet pars A, verbi gratiâ habere majores vires ad producendam speciem suam, ex conjunctione cum parte B vicina; sed non habet majores vires nisi pars B, concurrat ad productionem speciei partis A, sed nolunt concurrere. Species enim est repræsentativa secundùm illos, objecti à quo

à quo producitur, neque fieri potest, ut duo objecta eandem speciem producant, ego quidem nonnihil sum alienus ab hujusmodi speciebus, & inferius afferam quid pro illis, quid contra illas dici possit. Ne tamen hanc mathesis partem ita addicam uni opinioni, ut aliis hypothesibus explicandis sit inutilis, etiam hunc nodum mihi solvendum suscipio.

Et quæro quid fiet si duæ species, sive ejusdem rationis, sive diversæ in eandem partem retinæ incurrant, una objecti A, altera objecti B, quod verò id accidat per se patet: nam qui trans vitrum rubeum aliquid spectant, in eadem parte retinæ, tam vitri quam objecti secundùm illam hypothesin, species in eadem parte retinæ excipiunt. In tali autem casu fit visio, aut unica aut duplex, parum interest; fit visio inquam confusa, quæ repræsentabit objectum esse rubeum; ergo jam hoc habeo, quòd duæ species, etiam diversæ rationis, faciant visionem confusam duorum objectorum. Pariter quicumque confusè vident, ut myopes duo objecta simul in eodem loco vident, ergo illorum objectorum imagines, sunt in eadem parte retinæ, istæ autem imagines, secundùm hanc opinionem sunt species; igitur duæ species possunt concurrere ad visionem duorū simul objectorum per modum unius; ergo etiamsi species unius sanguinis particulæ objecti, ita debilis esset, ut movere, non possit sufficienter oculum ad visionem, poterit tamen simul cum alia producere visionem totalem duorum objectorum.

Neque obstat quod species unius objecti non possit intendere speciem alterius, hoc enim non sequitur; sed nemo negabit mihi duo agentia etiam diversæ speciei posse eundem effectum producere, licèt non possint concurrere formaliter ad majorem effectum formalem.

Licet enim calor receptus in ea parte in qua est forma substantialis, cum illa, non faciat majorem effectum formalem, poterit tamen concurrere simul cum illa per modum causæ efficientis, ad eundem effectum effectivum.

Quia semel limites brevitatis excessimus, & res ista non est exigui momenti, aliquid ulterius addam. Posset etiam considerari radius luminosus per modum acuminis alicujus, non quod velim asserere id ita se habere, sed tantum explicationis gratiâ. Dum pungimur, & dividuntur partes corporis nostri, sentimus dolorem aliquem, & quo major erit illa divisio, eò major erit dolor, ideoque tam parva esse potest illa divisio, ut nullus atque adeo insensibilis dolor oriatur. Quod manifestâ constat experientiâ, dum enim modicè calefit manus, exudat humor qui poros aperit, dolorem tamen nullum percipimus. Ita etiam dicere possumus, radios luminis aliquam in retina divisionem facere, ita ut possit, tam minutam partem in retina occupare, ut etiam si divisionem aliquam faciat, ea sit insensibilis; sed quò minor est angulus sub quo objectum videtur, eò minor est imago, seu minorem in retina locum occupat; ergo tam parvus potest esse angulus visorius, ut insensibilis sit illa divisio, atque adeo nulla sensatio.

COROLLARIUM I.

Ex eo colliges quare ut distinguamus partes minutas alicujus objecti, magno lumine egeamus, cum enim hujusmodi partes distinguendæ sunt, ita sunt collocandæ, ut lumen ab ipsis procedens distinctam visionem efficiat, si autem remissum esset, impotens esset ad talem effectum, quia minuta pars seorsim sumpta, parum luminis remittit: ergo ut seorsim sumpta (hoc est sine aliarum auxilio movere possit oculum ad distinctam visionem; multum lumen necessarium est.

COROLLARIUM II.

Colliges secundò obiter, quid præstent microscopia, & etiam telescopia, debent enim augere angulum sub quo videntur objecta, ut sub sensibili angulo videatur illud objectum, quod priùs sub valde minuto spectabatur. Hoc est debet augeri imago objecti expressa in oculo, ut sensibilem ejus partem occupet, cum priùs insensibilem tantum obtineret. Debent item plures radios ejusdem objecti colligere, ut quod seorsim sumptum sufficientes in oculum non emittebat, jam per collectionem sufficienter intensos in retinam usque immittat.

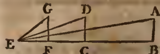
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Quæ in magna distantia distingui non possunt, in parva distinguuntur.

Licèt hæc propositio probatione nulla indigere videatur; eò quòd manifestâ nitatur experientiâ, nihilominus illius ratio aliqua hic reddetur.

Quò minor est distantia magnitudinis alicujus ab oculo, eò major est angulus sub quo videtur, ita ut ferè sit eadem ratio anguli, sub quo apparet in minori distantia, ad angulum sub quo videtur in majori distantia, quæ est distantiæ majoris ad minorem; atque ita hi quatuor termini reciprocè se habent, ergo etiamsi angulus sub quo videtur in majori distantia sit insensibilis, angulus sub quo videbitur in minori distantia sensibilis erit. Ponamus enim angulum unius minuti secundi esse primum insensibilem, ita ut magnitudo, quæ videtur sub angulo unius minuti secundi, non possit distingui ab aliis vicinis, sitque talis quan-



titas AB & angulus AEB unius minuti, unde (*per præcedentem*) magnitudo AB, insensibilem habeat magnitudinem apparentem, admoveatur oculo quantitas AB, ita ut sit in CD, videbitur sub angulo DEC, qui fere erit duorum minutorum secundorum, si linea EB, dupla sit distantiæ CE; ergo angulus DEC, erit duorum minutorum secundorum: ergo quantitas AB in CD posita, videtur sub angulo sensibili habetque ejus imago sufficientem in retina magnitudinem, ad hoc ut sola, & secluso quocumque alio objecto visibili videatur. Quod erat probandum.

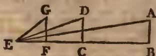
PROPO

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quodcumque objectum minutum à quocumque oculo distingui non potest.

Cum objectum quodcumque oculo admoveri possit, quantùm libuerit, & io quacumqoe proportione, videretur etiam sequi nullom esse objectum, ita parvum quod in aliqua distantia videri non possit; sit enim in figura superiori objectum



AB, ita minutum, ut angulus AEB sit centesima pars anguli primò sensibilis, sit EF centesima pars lineæ EB, admoveaturque objectum AB in FG, sequitur qood angulus GEF, erit centuplus anguli AEB, quod erit sufficiens ad hoe ut videatur.

Nihilominùs qoia (*per 7 praecedentis*) ut fit alicujus objecti distiocta visio, debent radii ab eadem parte procedeotes uniri in eadem parte retinæ. Hoe autem fieri non potest in qoalibet distantia: nam ostendimus (*prop. 35. praecedentis*) luminosi nimis vieioi leoti convexæ radios non uniri, sed aut parallelos procedere, aut etiam à se invieem separari: ergo datur aliqua distantia minima, itâ ut objectum minùs remotum ab oculo distinctè percipi noo possit; ergo illud objectum quod ita minutum est, ut etiam in ea minima distantia, videatur sub angulo insensibili, (*per praecedentem*) in tali distantia non videbitur distinctè, cùm ejus imago sit nimis parva. Sed oeque videbitur in minori distantia, quia objecta in nimis parva distantia noo habeot penicillos exactos, & satis, ut ita dieam, acuminatos; ergo datur aliquod objectum, ita minutum, ut ab aliquo determinato oculo, in nullo situ, & distaotia distinctè videri possit. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Oculi quorum crystallinus est minoris sphæra segmentum, objecta minutiora melius distinguunt, quam alii.

Illi oculi quorum crystallinus est magis convexus, seu minoris sphæræ segmentum, ut sunt myopes, melius vident objecta viciniora, quam presbytæ; (*per 13. & 10. huius*) sed qnò objectum est vieinius, (*per 10. huius*) eò objectum majos apparet; ergo potest fieri ut aliqood objectum admotum oculo presbytæ in minima distantia in qua videri potest, videatur tamen sub nimis parvo angulo, ad hoc ut magnitudinem apparentem habeat sensibilem. Qood quia admovebitur magis oculo myopis, & in minori distantia; adhuc distinctè videbitur, sub majori angulo spectabitur, & idoneò ad producendam imaginem sensibilis magnitudinis, & aptæ ad visionem distinctam.

COROLLARIUM I.

Ex hoc colliges rationem cur myopes communiter minutioribus characteribus delectentur; immò assignetur tanquam signum ordinarium, & commune abbreviati visûs; quod characteres minutiores exarentur. Cum enim ille qui fit myops bene distinguat, qoæ sunt minutissima, ex alia verò parte, magoo motu indigeat, ut axe optico percurrat lineam integram; solet etiam sua sponte, & sine reflexione, huic ultimo incommodo obviam ire minutissimè scribendo.

COROLLARIUM II.

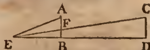
Ex hoc etiam concludo cæteris paribus animalia quibus oculi parvi sunt ea distinguere, quæ alia animalia distinguere non possunt; & benè quidem ita comparata suot ab authore naturæ Deo; ea enim distiuguere quodlibet aoimal debet, qoibus indiget: majora autem animalia rebus majoribus indigent; neque opus est, ot minuta distinguant, eum ab iis ita separaris nec multum emolumenti, nec damni possint habere. At verò minora aoimalia, & cibo minori indigent, & ab objectis minutioribus plus damni pati possunt. Ita pulices verbi gratiâ, & pedes suos distinguere debent, & poros etiam minutiores carnis humanæ, ut aculeos suos ad sanguinem sugendum inferant.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Nullum objectum tantum est, ut in qualibet ab oculo distantia distingui possit.

Sit objectum qoodcumque AB, dico illud objectum in aliqua distantia videri oon posse. Ponatur enim illud objectum videri sub angulo quocumque, intelligatur angulus CED ita parvus, ut sit ineptus ad visionem faciendam. Fiatque ut BF ad AB, ita EB ad ED, ducaturque linea CD, parallela lineæ AB Dico si AB, transferatur in CD, non poterit distiogui ab objectis vicinis.



Demonstratio. Ita est BF ad AB, sieut EB ad ED; sed (*per 4.6. Eucl.*) ut EB ad ED, ita BF ad CD; ergo ita erit BF ad AB, sicut BF ad CD; quare (*per 7.5. Eucl.*) AB, & CD, suot æquales. Unde si AB, transferatur in CD, illi quadrabit, & videbitur sub angulo CED: sed angulos CED, suppositus est insensibilis, & ad visionem distinctam producendam inutilis; igitur objectum translatum in CD, non videbitur. Quod de objecto AB probatum est, de alio quocumque objecto probari potest. Ergo nullum est objectum tantum, quod in omni distantia distingui possit ab omni alio, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Si oculus collocetur in linea per centrum circuli ducta, & ad ejus planum recta, omnes diametri, & semidiametri illius circuli æquales apparebunt.

Sit linea AC, per centrum circuli transiens, & recta ad ejus planum, in cujus quocumque puncto A, oculus collocetur, dico omnea semidiametros circuli, nempe BC, CD, EC, FC æquales apparere. Ducantur lineæ AB, AD, AE, AF.



Demonstratio. Cum linea AC, fit recta ad planum circuli BDE, (*per 4. def. 11.*) erunt anguli ACB, ACD, ACE, ACF recti, & æquales, quare in triangulis ACB, ACD, ACE, ACF, cum anguli ad C fint æquales, latus AC commune, latera CB, CD, CE, CF æqualia (*per def. circuli*) erunt (*per 4. 1.*) anguli CAE, BAC, DAC, FAC æquales, quare (*per axioma 3.*) lineæ BC, DC, CE, CF, apparebunt æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Si oculus distet à centro circuli distantiâ, quæ sit æqualis semidiametro, omnes diametri æquales apparebunt.

In eadem figura fit oculus in A, ita ut linea AC, fit æqualis semidiametro CB, etiam si linea AC sit inclinata quomodocumque. Dico diametros integras, nempe BE, DF apparituras æquales. Ducantur enim AB, AD, AE, AF.

Demonstratio. In triangulo ACE, cum latera AC, CE fint æqualia (*per 5. 1. Eucl.*) erunt anguli CEA, CAE æquales, pariter æquales erunt anguli BAC, ABC; ergo angulus totalis BAE æqualis est duobus ABE, AEB; sed tres anguli trianguli BAE, sunt (*per 32. 1. Eucl.*) duobus rectis æquales; ergo angulus BAE est dimidia pars duorum rectorum, seu angulus rectus. Eodem modo ostendam angulum DAF, rectum esse, quare anguli DAF, BAE, sub quibus videntur diametri BE, DF sunt æquales; igitur (*per 3. axioma hujus*) magnitudines apparentes diametrorum, in tali casu æquales sunt. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex quolibet puncto superficiei sphæræ, extra circumferentiam circuli maximi posito, omnes diametri illius circuli æquales apparent. Quia si à centro illius circuli ducatur linea ad oculum, hæc per definitionem sphæræ æqualis erit semidiametro sphæræ; ergo per hanc omnes diametri circuli illius maximi, æquales apparebunt.

Immo in quocumque puncto superficiei sphæræ ponatur oculus, quæcumque sphæræ diameter, non ducta per hoc punctum, sub angulo recto videbitur.

PROPOSITIO XXII.

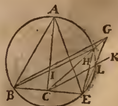
Theorema.

Si linea ab oculo ad centrum circuli ducta cum duabus diametris æquales angulos faciat; illæ apparebunt æquales, si inæquales angulos comprehendat, illa apparebit maior cum quo angulum rectum faciet, modo sit maior semidiametro circuli.

Sit in eadem figura linea AC, quomodocumque incidens in planum circuli BDFE; quæ primo cum duabus diametris BE, DF, angulos æquales faciat nempe fit angulus ACB, æqualis angulo ACD, dico eas diametros apparituras æquales.

Demonstratio. Cum in triangulis ACB, ACD, latera BC, DC fint æqualia, (*per def. circuli*) & latus AC commune, item anguli comprehensi ACB, ACD, ex suppositione sint æquales, erunt (*per 4. 1.*) anguli BAC, DAC æquales. Quia autem anguli ACB, & ACD sunt æquales, erunt pariter reliqui ad duos rectos æquales nempe ACE, ACF; unde similiter ostendam angulos CAE, CAF esse æquales; quare totalis angulus BAE, totali angulo DAF æqualis erit. Ergo (*per 3. axioma hujus*) diametri BE, DF, habent apparentes magnitudines æquales. Quod erat primum.

Jam linea AC, non sit æqualis semidiametro; sed major, & incidendo obliquè faciat cum diametro BE, angulos rectos, cum diametro DF, angulum obtusum ACD. Dico diametrum BE majorem videri. Fiat aliud triangulum ABE, in quo quia supponuntur anguli ACB, ACE, recti ostendam facilè (*per 4. 1.*) bases AB, AE esse æquales. Circa triangulum ABE, describatur circulus (*per 5. 4.*) & quia BE, divisa est bifariam, &



AC, est perpendicularis ad illam (*per cor. 1. 3.*) in AC, erit centrum circuli, & quia AC major est, quàm BC, erit centrum inter A & C. Fiat angulus BCG, æqualis angulo ACD, sitque CG, æqualis ipsi AC, punctum G, cadet extra triangulum. Nam (*per 7. 3.*) CA, major est quam CH; ducantur lineæ BG, EG, BH, EH.

Demonstra

Demonstratio. Cum triangula BCG, ACD, superioris figuræ sint æqualia, latera BC, CD æqualia, & AC, CG, erunt anguli BGC, DAC æquales, pariter ostendam angulos CGE; CAF esse æquales; ideoque totales anguli DAF, BGE æquales erunt. BAE (*per* 21. 3.) æqualis est angulo BHE, & hic major est angulo BGE, (*per* 21. 1.) igitur angulus BAE, major est angulo BGE, & consequenter angulo DAF, superioris figuræ; igitur diameter BE, major apparebit.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo, quòd quò major erit inclinatio, eò minor apparebit diameter. Ut si daretur alia linea CK, æqualis ipsi AC, facilè ostenderem, adhuc minorem esse angulum sub quo videretur linea BE, ultimæ figuræ, ductis nempe lineis BK, EK, BL, EL, quas non duxi vitandæ confusionis gratiâ, quia enim CL, minor est, quam CH, adhuc angulus ibi constitutus, qui tamen æqualis esset ipsi BAE, multò magis superaret angulum BKE.

COROLLARIUM II.

Ex hoc vides rationem quare circulus obliquè spectatus videatur esse ovalis figuræ, quia, nempe linea ducta ab oculo ad centrum circuli perpendicularis est ad unam diametrum, & hæc apparet sub maximo angulo, ad cæteras verò diametros magis, ac magis, est obliqua; ideo minores apparent, donec ad eam devenias in quam cadit perpendicularis ab oculo in planum circuli demissa, illa enim sub minimo angulo videtur.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Si linea ab oculo ad centrum circuli obliquè ducta, minor fuerit semidiametro ejusdem circuli; ea diameter ad quam perpendicularis fuerit minima apparebit, & in quam diametrum magis obliquè incidet, ea maior videbitur.

In eadem penultima figura linea AC, sit minor semidiametro circuli CB, sitque perpendi-



cularis ad BE, obliquè vero incidat in DF, ita ut angulus ACD, sit obtusus, & angulus ACF acutus, dico diametrum BE, minorem visum iri, quam diametrum DF. Fiat enim triangulum HGI æquale omninò triangulo ABE superioris figuræ, sitque KG, æqualis ipsi AC, & perpendicularis ad HI, & HK, KI, æquales ipsis CB, CE. (*per* 5. 4.) circumscribatur triangulo HGI circulus. Quia autem KG, seu AC, supponitur minor quam CB, seu KH, centrum circuli non erit in KG, sed in KL, fiat angulus HKM, æqualis angulo ACB; Sitque KO, æqualis lineæ KG, seu AC, punctum autem O cadet intra circulum cum KM, (*per* 7. 3.) major sit, quàm KG, ducantur lineæ HO, IO, KM, IM.

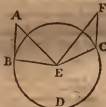
Demonstratio. In triangulis OKH, ACD, cùm lineæ OK, AC, ex constructione sint æquales, item HK, CD, (supposuimus enim lineam HI, æqualem esse lineæ BE, aut DF,) & anguli HKO, DCA, facti sint æquales, erunt (*per* 4 1.) anguli DAC, HOK æquales. Eodem modo ostendam angulum KOI, æqualem esse angulo GAF; igitur totalis angulus HOI, æqualis est angulo DAF. Sed angulus HOI, (*per* 21. 1.) major est angulo HMI, & angulus HMI, æqualis est (*per* 21. 3.) angulo HGI; seu angulo BAE; ergo angulus DAF, major est angulo BAE. Quare (*per* 3. *axioma huius*) DF, major apparebit, quam BE. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Si spectata magnitudo ad planum circuli recta moveatur supra eius circumferentiam, & oculus sit in centro circuli; semper æqualis apparebit spectata magnitudo.

Sit spectata magnitudo AB recta ad planum circuli BCD, quæ moveatur supra ejus circumferentiam,



ferentiam, sitque oculus in ejus centro E, dico magnitudinem AB semper habituram apparentem magnitudinem æqualem. Ponatur enim hæc magnitudo esse in CF, ducanturque lineæ BE, EC, item EA, EF, debeo tantum probare angulos AEB, FEC sub quibus videtur magnitudo AB esse æquales.

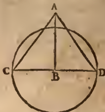
Demonstratio. In triangulis ABE, FCE cum latera AB, FC supponantur æqualia, est enim FC ipsa AB translata in C, item latera BE, EC æqualia (*per def. circuli*) & anguli ABE, FCE, recti & æquales (*per* 4. 1.) erunt anguli AEB, FEC æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Si magnitudo in centro circuli erecta sit perpendiculariter, & oculus moveatur in circumferentia circuli, magnitudo semper apparebit æqualis.

Sit magnitudo AB, erecta perpendiculariter in centro circuli B. Oculus autem, moveatur in

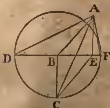


circumferentia circuli. Sitque successivè in C, & D Dico magnitudinem AB videri sub eodem angulo in C & D, seu angulos ACB, ADB æquales esse.

Demonstratio. In triangulis ACB, ADB, cum latus AB sit commune, & latera BC, BD (*per def. circuli*) sint æqualia, & anguli ABC, ABD sint æquales, utpote recti, erunt (*per 4. 1.*) anguli ACB, ADB æquales; quod erat demonstrandum.

L E M M A.

Si linea ad planum inclinata sit, & ex ejus puncto in sublimi dimittatur perpendicularis, angulus qui fiet à linea ducta à puncto in quod cadit perpendicularis ad lineam obliquam, & à linea obliquâ, minimus est, alii prout ab eo recedunt sunt majores, maximus qui minimo contiguus est. Linea AB cadat obliquè in planum CD, & ex



puncto A demittatur perpendicularis AE ad planum; dico angulum EBA esse minimum, qui fiet à lineis in plano CD ductis ad punctum B, & productâ lineâ EB in D. Dico angulum ABD esse maximum. Fiat enim ex puncto B, ut centro intervallo majori quam BE circulus CD sumanturque puncta CD. Ducaturque linea BC. Debeo probare angulum ABE minorem esse, quàm ABC, & ABC minorem quam ABD. Ducantur linea AD, AC.

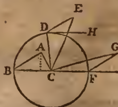
Demonstratio. Triangula AEF, AEC sunt rectangula in E, erit ergo (per 47. 1.) quadratum AC æquale quadratis EA, EC, sicut quadratum AF, æquale quadratis AE, EF, & quia (per 7. 3.) EC major est, quàm EF, erunt quadrata AE, EC majora quadratis AE, EF, & consequenter linea AC major, quàm AF. Eodem modo ostendam lineam AD majorem esse lineâ AC; ideoque cum in triangulis ABF, ABC latera duo sint æqualia utrumque utrique, nempe AB commune, BF, item & BC (per def. circ.) sint æqualia, & basis AC sit major basi AF, erit (per 25. 1.) angulus ABC major angulo ABF. Ita ostendam angulum ABD, majorem esse angulo ABC.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Si linea ad planum circuli fuerit obliqua, moveaturque in ejus circumferentia semper sibi ipsi parallela, oculo in centro consistente, eo apparentiam minorem habebit hæc linea quò removebitur magis à diametro cum qua minorem angulum facit.

Sit linea AB obliquè incidens, in planum circuli BDF, supra cujus circumferentiam moveatur in situ semper parallelo. Sitque oculus in C immotus. Et sit ita AB ut sit ABC minimus angulus quem facit hæc linea cum lineis ductis in plano circuli, hoc est perpendicularis ex puncto A ducta cadat in BC. Dico AB eò minorem apparentiam habere, quò magis removetur à diametro BC, hoc est si AB transferatur in DE, angulum DCE minorem esse angulo BCA, item angulum DCE majorem esse angulo FCG. Ducantur enim lineæ AC, EC, GC, item linea DH parallela diametro BC.



Demonstratio linea DE supponitur parallela lineæ AB, linea DH ducta etiam est parallela lineæ BC; ergo (*per 10. 11.*) anguli ABC, DHE sunt æquales; est autem (*per Lemma superius*) angulus EDC major quàm EDH, ergo angulus EDC major est angulo ABC, ergo reliqui duo simul DCE, DEC minores sunt duobus simul BAC, BCA. Sinus autem anguli DCE, ad sinum anguli DEC se habet, (*per primam tertii Trigon.*) ut DE ad DC, seu ut AB ad BC, sicut (*per eandem*) se habet sinus anguli ACB ad sinum anguli BAC, ergo ut sinus anguli DCE ad sinum anguli DEC, ita sinus anguli BCA ad sinum anguli BAC: sed aggregatum duorum priorum angulorum, minus est aggregato posteriorum ut jam ostendimus, igitur angulus DCE, minor est angulo ACB quod erat ostendendum.

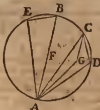
PROPO

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Objectum potest vicinius esse oculo & æquale, immò minus apparere.

Sic oculus in puncto A, dico fieri posse, ut objectum illi vicinius fiat, appareat tamen æqua-



le, aut etiam minus. Oculos enim A sit in peripheria circuli, objiciaturque illi linea EB inscripta circulo, ita ut AB transeat per centrum F; moveatur EB in CD, cum AB transeat per centrum F, clarum est CD non ita distare ab oculo A, quam EB, dico tamen CD visum iri illi æqualem.

Demonstratio (*per 21. 3.*) si lineæ EB, CD sint æquales erunt etiam anguli CAD, EAB æquales, igitur (*per 3. axioma hujus*) lineæ EB, CD, apparebunt æquales.

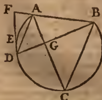
Neque hoc mirum videri debet, cùm linea EB directè oculo objiciatur, in CD verò magis obliquè, quod si adhuc magis obliquè oculo objiceretur ut CG, tunc licèt oculo vicinior esset, sub minori angulo videretur, & consequenter in oculo minorem exprimeret imaginem quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Immota magnitudo æqualis apparet aliquando appropinquante ad eam oculo.

Sit magnitudo AB, visa satis directè, ab oculo C. Dico posse oculum C accedere ad magni-



tudinem AB, ita ut æqualis semper appareat oculo, triangulo ABC (*per 5. 4.*) circumscribatur circulus; moveaturque oculus à C in D, fiet vicinior magnitudini AB, ut patet, eò quòd lineæ AC, BC minùs distant à centro G, assero tamen lineam AB apparere sub æquali magnitudine oculo posito in D, sub qua videbatur ab oculo posito in C.

Demonstratio (*per 21. 3.*) anguli ACB, ADB sunt æquales: ergo AB videtur habere æqualem magnitudinem, oculo posito in D, ac apparebat oculo existenti in puncto C.

Addo ulteriùs quod si oculus accederet ad magnitudinem AB per lineam EF, quæ magis, ac magis recederet à circulo ADC, quod linea AB adhuc minor appareret, quia fieret angulos minor, ac ille qui producitur in peripheria circuli, quæ omnia procedunt ex obliquitate.

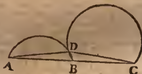
PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Ex eodem loco, duæ magnitudines æquales, inæquales apparent.

Sint duæ lineæ æquales AB, BC, (*per 33. 3.*) super lineâ AB describatur segmentum circuli capiens angulum obtusum; & super BC, describatur segmentum circuli capiens angulum acutum: hi duo circuli se intersecent in puncto D; dico lineam AB apparere majorem, lineâ BC. Ducantur lineæ AD, BD, DC.

Demonstratio. Segmentum ABD ex suppositione capit angulum obtusum, igitur angulus



ADB, obtusus est, pariter ostendam angulum BDC acutum esse, igitur lineæ AB, BC æquales inter se, spectatæ ex puncto D, apparent sub angulis inæqualibus; ergo inæquales apparent (*per 3. axioma hujus*) quod erat ostendendum. Immò posset assignari locus ex quo magnitudines earum apparentes determinatam haberent rationem.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Inæquales magnitudines ex uno eodemque loco aliquando apparent æquales.

Sint lineæ AB, BC inæquales supra quas (*per 43. 3.*) describes segmenta circuli capientia angulos æquales, & se intersecantia in puncto D, dico lineas AB, BC realiter inæquales, habere tamen apparentias æquales respectu oculi eas

 inspi

inſpicientis ex puncto D, ducantur lineæ A D, BD, C D.

Demonſtratio, quia ſegmenta circulorum ex ſuppoſitione ſunt ſimilia, erunt anguli A D B, BDC æquales: ergo (*per 3. Axioma*) lineæ A B, B C apparebunt æquales, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si in interſectione diametrorum ſit linea ad planum quadrati recta, & excitetur linea obliqua, ſed æqualis ſemidiametro, æquales apparebunt diametri.

Sit quadratum ABCD cujus diametri AC, BD, ſe interſecantes in puncto E, educatur per E linea EF, quæ ſit recta ad planum quadrati ABCD; dico ſi oculus ſit in F, apparebunt diametri A C, DB æquales, (*per 9. 4.*) circumſcribatur quadrato circulus, diametri A C, DB erunt etiam diametri circuli; ergo (*per 19. hujus*) erunt apparentes earum magnitudines æquales. Idem dico, ſi linea E F æqualis fuerit ſemidiametro; nam (*per 20. hujus*) erunt earum apparentiæ æquales.

Multæ aliæ angulorum, & apparentium magnitudinum combinationes ſunt, quæ quia dependent ex ſitu quem quælibet magnitudo obtinet reſpectu oculi, ſi nempe obliquè ſpectetur aut directè, neque aliquid docent quod mihi videatur ſcitu dignum, ideò iis ſuperſedeo.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

An apparentes magnitudines ſint minores veris, hoc eſt an objecta majora ſint, quàm appareant.

Hæc propoſitio profertur ab aliquibus opticis, tanquam indubitata, & demonſtrata, nempe quòd objecta majora ſint quàm appareant; examinatâ tamen demonſtratione ſuſpicatus ſum, latere aliquid ſophiſmatis. Ut autem eam difficultatem meliùs oculis ſubjiciam, certum mihi eſt aliquos homines res majores in eâdem diſtantiâ videre quam alios, quod quidem ſatis eſt difficile probatu: cum enim non experiar quanta appareat, verbi gratiâ, turris aliqua alteri, nec ille quanta mihi videatur, nulla ſuppetit ferè ratio id aſſerendi. Refert tamen Gaſſendus ſe habuiſſe oculos ita compoſitos, ut uno objecta videret longè majora quam alio. Quòd ſi hæc differentia in unius hominis ambobus oculis, inventa eſt, quidni in duobus hominibus inveniatur? Deinde adhibitâ lente concavâ, aut convexâ, objecta longè minora, aut majora deprehendimus; quidni etiam, in diverſis oculis eadem differentia intercedat? Ponamus ergo id ita accidere, ſintque duo, quorum unus idem objectum, & in eâdem diſtantia poſitum majus videat, quàm alius; an prior majus videt objectum quàm ſit, an ſecundus videt illud minus quam de facto exiſtat, quis hanc litem dirimet, neque enim communem aliquam menſuram invenio, ad quam magnitudines rerum apparentes poſſim exigere; ſi triginta, v. g. pedum eſt illa turris, uterque videt illam triginta pedes continere; ſed prior ſingulos pedes majores videt quàm alius.

Neque dicas unum videre pedes prout ſunt in ſe, alium verò non videre. Quæro enim quid ſit videre objectum ut eſt in ſe; uterque enim videt eam turrim continere 30 pedes, & non plures aut pauciores unus quam alter: uterque videt ſingulos pedes duodecim digitos continere, & ita deinceps. Unde concludo poſſe benè aſſeri, utrumque hominẽ ea objecta videre prout de facto ſunt in ſe.

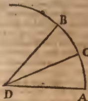
Ratio vero quam affert Aguilonius eſt omninò ſophiſtica, putavit enim ſe demonſtraſſe majorem eſſe rationem verarum magnitudinum, quàm apparentium; ſed eo poſito non video quomodo concludi poſſit; ergo magnitudines apparentes minores ſunt, quàm reales. Ponamus enim AB magnitudinem eſſe duplam magnitudinis AC, & ſpectari ab oculo D; angulus B D A menſura magnitudinis apparentis AB, non erit duplus anguli CDA menſuræ magnitudinis AC; ergo major eſt ratio magnitudinis veræ AB ad magnitudinem veram A C, quàm magnitudinis apparentis AB ad apparentẽ magnitudinem AC; unde AB non apparet dupla cum deberet apparere dupla; ergo minor apparet quam debeat, AC item ſi dividatur bifariam idem patietur incommodi: ergo apparentes magnitudines minores ſunt quam reales.

Sed niſi me meus fallit ſenſus, puto invertendo proportionem contrarium concludi poſſe, bene quidem probat A B minorem apparere

quam

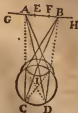
quam par sit; posito quod AC videatur, ut par est, & ego deduco; ergo AC major videtur quam par est, posito quod BC videatur ut est. Nam si comparando majorem cum minori; major est ratio verarum magnitudinum, quàm apparentium. Vice versâ comparando minores cum majoribus, major erit ratio apparẽtium magnitudinum, quàm verarum. Hoc est apparens magnitudo AC, est plus quam dimidia pars apparentis magnitudinis A B, cum tamen vera magnitudo AC sit præcisè dimidia pars veræ magnitudinis AB. Undequæro cur A C erit potiùs prima mensura respectu AB, quàm BC respectu ejusdem AB.

Latet ergo sophisma inde ortum quod magnitudinem rectam mihi afferat cujus aliquæ partes non ita directè oculo opponi possunt ac aliæ. Si



enim mihi proponeret magnitudinem circularem, in cujus centro oculus existeret, eadem esset ratio apparentium magnitudinum, & verarum. Certum est enim si A B sit duplus ipsius A C, angulum A D B mensuram magnitudinis apparentis A B, esse etiam duplum anguli ADC, mensuræ magnitudinis apparentis A C. Falsa fuit ergo universaliter illius propositio, eamque saltem debuit limitare.

Quare ut meliùs ratiocinet, dicendum est: Quotiescumque alicui proponitur magnitudo videnda, ita ut de distantiâ illius & de situ judicare possit, videt illam prout est in se; quoties lineæ ab extremitate imaginis, per centrum retinæ ductæ, rectà feruntur in extremitates objecti. Sit objectum A B, emittens radios luminis per pupillam in crystallinum, & alios humores, donec forment imaginem C D. Sitque centrum retinæ I, ducta-



que CI, rectà feratur in B; sicut DI attingat punctum A, dico magnitudinem A B visam æquari, veræ.

Demonstratio (*per 5. primi hujus.*) objectum videtur esse in linea recta, ducta ab ejus imagine per centrum retinæ; sed ex suppositione punctum A, invenitur de facto in linea ducta ab ejus imagine D per centrum retinæ I, ergo objectum A videtur esse in linea recta in qua de facto est. Idem dicito de objecto B, quod invenitur in linea C I; sed ex suppositione, vel quia duobus oculis videtur illud objectum, vel quia sunt interjecta multa corpora probè cognita, potest cognosci ejus distantia ab oculo: igitur cognoscentur loca in quibus existunt puncta A & B. Sed non possunt cognosci hujusmodi loca, quin cognoscatur magnitudo AB; ergo si hæc omnia adsint, objectum videbitur prout est in se, & magnitudo vera non differet à visâ. Quando enim ex magnitudine anguli, præcisè volumus metiri magnitudinem visam, adhibuimus aliquam restrictionem quoties, vel distantia tanta esset, ut de illa judicium ferri non posset, vi illius impressionis quæ fit in oculo.

An verò respectu omnium oculorum id accidat, ut linea ducta ab imagine in retina expressâ, per centrum ejusdem retinæ rectà feratur in objectum, puto non satis constitui posse: (neque enim ad locum in quo videtur objectum determinandum, ulla ratio haberi debet linearum per quas incidunt radii in retinam, sed tantum lineæ ab imagine in retina expressa, per centrum ejusdem retinæ ductæ. Puto igitur communiter in oculis benè affectis, respectu objectorum non multùm ab axe optico dissitorum, id contingere; quod præsumptione potius quam certà ratione ductus assero. Neque enim omnes refractiones in oculo factas, ita expendere possumus ad minutias usque, ut si paolò aliter accideret præsertim in aliquibus tantum, ille tamen error nos non lateret. Præsumptio autem stat pro natura quæ debet censeri benè providisse rebus ut saltem ea objecta quæ perfectè distinguimus videantur in proprio loco.

E contrà verò si accideret ut CI, DI productæ non attingant objectum propositum, sed magis ab invicem recedant, ut in puncta G & H dirigantur, tunc objectum majus videtur quàm par sit, ut accidit quoties lentem convexam oculis admovemus. Si verò magis accedant ad invicem ita ut puncta E & F respiciant, magnitudo visa minor est quam vera, hoc autem accidit iis qui lente concava utuntur.

Quoties autem de distantiâ nullum potest ferri judicium, apparentes objectorum imagines sunt minores, quam reales. Tunc enim quia non possumus imaginari nisi eam distantiam, cujus, vi oculorum habemus cognitionem aliquam, & quasi memoriam, vi autem oculorum distantiæ tantum illius in qua benè distinguimus objecta, cognitionem habemus, ideò apparens magnitudo ad eam distantiam exigitur. Cur enim non tantum ab astronomis, sed communiter ab hominibus, etiam imperitis apparens magnitudo solis asseritur esse potiùs pedalis, quàm bipedalis; respondebis quia videtur sol sub eodem angulo, sub quo communiter spectatur magnitudo pedalis. Sed contrà, quia magnitudo pedalis si spectetur in distantia unius pedis, videbitur sub angulo sexaginta graduum, si ad distantiam duorum pedum videbitur sub angulo 30 graduum, & ita deinceps prout magis ab oculo removebitur, minuetur angulus sub quo videbitur; cur ergo sol qui videtur sub angulo triginta minutorum, seu dimidii gradus, dicetur videri sub angulo, sub quo communiter spectatur magnitudo pedalis. Magnitudo autem pedalis videtur ad distantiam 113 pedum circiter sub angulo sub quo sol videtur. Ideoque quæro cur apparens magnitudo solis comparatur cum magnitu-

dine

dine pedali visâ, ad distantiam 115 pedum, potius quam cum eadem visa ad distantiam duorum trium, quatuor, &c. Respondeo eam esse rationem quia ea est circiter maxima distantia, de qua possumus vi duorum oculorum judicare. Quare quæcumque à nobis etiam magis dissita sunt, comparamus cum ea distantia, & judicamus esse dissita ad centum circiter pedes; nullius enim majoris distantiæ experimentalem cognitionem habemus, ut præcisè à potentia visiva deductam. Cognitiones enim distantiarum majorum, habent aliquid admixtum ratiocinii: igitur quæcumque magis distant ab oculo quam centum quindecim, aut centum viginti pedibus cum ad eam tantum distantiam referantur, ita se habent ut minores sint magnitudines apparentes, quam reales: non ergo debuit universaliter asseri, objecta esse majora quàm appareant.

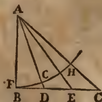
PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

De visione figuræ & consequentibus figuram.

Dato & sufficienter explicato modo, quo magnitudinem, seu dimensionem aliquam oculis percipimus, & in ejus determinationem venimus; non erit difficile, assignare modum, quo videtur figura aliqua. Cum enim quodlibet objectum figuratum directè oculis expositum similem sui imaginem in oculi retina exprimat: nullum videbitur objectum, quin sub aliqua figura videatur. Ita quoties alicujus objecti omnes dimensiones æquales videmus, seu in ejus centro axem opticum desigentes, omnes lineas ad peripheriam ductas æquales perspicimus, illud rotundum & circulare nobis apparet. Sæpè autem accidit ut quia partium distantiam notam habemus; rem, aliam habere figuram videamus quam obtineat ejus imago in retina. Si enim à duobus aut tribus passibus oculo objiciatur obliquè circulus, non propterea ovalis figuræ videbitur, licèt ovalem figuram ejus imago in retina imitetur, sed visio distantiæ modicæ quam duo oculi benè distinguunt, illi errori occurrit. Ex hoc autem tam figuræ alicujus objecti, quàm distantiæ singularum partium, varias objectorum circumstantias detegimus, & hæc quotiescumque tam vicinum est ut de distantia certum judicium ferri possit; ubi verò distantia paulò major est, ad alia recurrimus accidentia, ut ad diversam illuminationem. Ita si globus aliquis objiciatur oculo in ea distantia in qua vix potest animadverti differentia quæ invenitur inter distantiam puncti medii hemisphærii visibilis, & distantiam extremitatum ad diversam illuminationem recurrimus, & ex eò quòd ex certo & determinato loco magis intensam ad oculum lucem remittat, (quod est proprium corporum convexorum) de illius gibbositate judicium ferimus. In quo quam multæ fiunt hallucinationes, pictura satis edocet, quæ ementitis coloribus, & umbris eandem conatur ingenerare in oculo objectorum imaginem, quam ipsa, si adessent producerent: quæ omnia breviter delibo, neque enim in singulis immorari est ullum operæpretium, cùm vix contineant ullam difficultatem.

Planum ac rectum cognoscimus, ex uniformiter crescente singularum partium ab oculo distantia. Sit enim oculus A, superficies B C plana videtur, si lineæ AD, AE, AC, cum aliqua uniformitate



crescere videantur: quod enim posito quod A B sit perpendicularis, sit omnium brevissima clarissimum est. Cum in triangulo A B D angulus B rectus, sit maximus, atque adeo (*per* 19. 1.) latus AB, sit minus quà AD, & quia angulus ABD rectus est, erit ADB acutus & ADE obtusus, ideoque distantia AE major erit quam AD, &c. Ex eo igitur uniformi incremento distantiarum de rectitudine judicamus, meliùs tamen id examinabitur. Si oculus sit in F quod linea B C se accommodet visui de rectitudine judicamus. Curvum autem & cavum si partes D & E, ab ea linea visuali deorsum subsidendo deflecterent, si verò sursum attollerentur, linea BC convexa esset.

Si hæ duæ curvitates cum aliqua regularitate procederent circulares essent: cum enim simus assueti multas res planas intueri; quoties animadvertimus aut non satis crescere distantias partium objecti ab oculo, res concava apparet, si verò partium extremarum distantiæ nimium crescant, convexitas nobis aliqua apparet.

Asperitates & concavitates objectorum si notabiles sint & vicinæ, satis perspicimus ex majori partium illarum distantia. Si verò sint minores ex umbris, & difformi partium illarum illuminatione cognoscimus. Læve autem & politum ex luminis reflexione ordinata, multa alia hujusmodi cognoscimus, etiam sine ratiocinio, eò quòd aliàs deprehenderimus objecta talis naturæ, tales habere proprietates, & tales effecisse visiones, unde similis visio, postea similis objecti recordationem induxit.

Nullius corporis soliditatem per se videmus, cum enim soliditas dicat necessariò partes ante alias, & non solam longitudinem & latitudinem quæ cadere sub aspectum possunt, sed etiam crassitiem aliquam; cujus partes cum sibi invicem officiant, oculis sese videndas simul exhibere non possunt, nisi forsitan sint partes corporis alicujus diaphani, restat ut ex superficierum diversitate de crassitie judicium feramus.

Locus rei proprius, & absolutus non videtur; immò valde dubitant philosophi quid sit talis locus. Locus tamen respectivè sumptus ad videntem, faciliè cognoscitur ex distantia, quam habet objectum ab oculo, & quantum ad lævam dirigendus sit & detorquendus à medio aliquo situ, & ut ita dicam naturali quam obtinent axes optici, dum æqualiter ad se invicem inclinantur; cætera majori indigent ratiocinatione quam quæ ex sola visione oriatur.

Situs autem quem obtinet aliquod objectum sumptum per modum unius in ordine ad oculum non

non differt à loco, situs verò quem obtinet objectum aliquod totale, non sumptum per modum unius, sed prout extensum, cognoscitur ex varia distantia partium ab oculo, ita dicitur aliquid obliquè objici quoties partes æqualiter à medio distantes inæqualiter tamen ab oculo distant.

Motus autem objecti variè cognoscitur; primò ex motu oculi, cognoscitur motus objecti, si enim ut objectum semper videat oculus necessariò moveri debet, quem motum anima sentit, objectum moveri videbitur. Unde si accidat ut tam oculus quam objectum per modum unius moveantur, si motus oculi simul fiat cum toto corpore objecti, motus non percipietur. Si autem motus objecti sit valde parvus, non percipietur motus oculi, atque adeo neque motus objecti.

Si oculus quiescat, motus objecti percipitur ex eo quod variæ retinæ partes à tali objecto successive afficiantur, seu quod imago exprimatur in diversis partibus retinæ. Sicut ergo aliquid moveri judicamus, si successive immotæ manus, verbi gratiâ, partes diversas impellat. Item ex diverso situ quem respectu corporis successivè obtinet objectum, ejus motus percipitur. Vel ex aliis objectis vicinis, si successive respondeat aliis, atque aliis objectis, ut modo tegat unum postea verò aliud.

Quod verò per lineam rectam accedit ad oculum, ex decrescente sensim distantia, magisque ac magis inclinatis ad se invicem ambobus axibus opticis deprehendimus. In majoribus distantiis ex diversis corporibus quibus successive respondet, ex magnitudine apparenter crescente; & aliis omnibus modis, quibus distantia percipitur.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

An oculus fallatur.

Hic in quæstione omninò philosophica versamur & quæ ferè in nomine posita est. Ne tamen illam subterfugisse videamur, certum est oculum, cæterosque sensus externos nihil affirmare, hoc est non componere unum cum alio; sed per modum simplicis apprehensionis se habere, in quam nullus error communiter admitti potest. Error enim falsitatem aliquam dicit; falsitas omnis in eo posita est ut alicui unum attribuamus, quod de facto illi non convenit, quod oculus præstare non potest, ad hoc enim opus est aliqua comparatione, comparatio autem dicit necessariò unum objectum concipi, illique attribui aliquod prædicatum quod illi non conveniat. At dum hircocervum concipio, non concipio hircum, cui naturam cervi attribuam, ita ut principale ut ita dicam objectum sit hircus cui naturam cervi falsò attribuo, cum aliam ut ita dicam illi assuere debeream. Sed objectum meum principale concipi non potest nisi concipiam hircum & cervum. Dum concipio Petrum currere qui non currit objectum meum non est Petrus qui male conjungatur cum cursu, sed objectum meum est Petrus currens, qui aliter apprehendi non potest. Ita etiam in sensu dicendum est. Oculus ictericus videt objectum viride, quod ut ita dicam flavum videt, videtur esse falsitas non tamen est. Nam pro objecto habet non objectum viride tantum; sed objectum viride & flavum, quorum per modum unius unicam visionem efficit. Non est ergo formalis falsitas. Est tamen virtualis falsitas, quia est occasio alicujus falsitatis in sensu communi, aut intellectu.

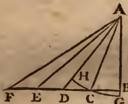
Error igitur oculi in eo sensu, est productio visionis minus consuetæ unius objecti, similis illi qua solet aliud objectum videre. Ut dum oculo objicitur obliquè circulus, elicit visionem illius circuli omnino similem illi quam eliceret si illi objiceretur ellipsis. Ex quo sumit originem error in intellectu. Fons autem & primum principium illius deceptionis est imago quæ in oculo exprimitur. Quoties igitur propter insuetam aliquam circumstantiam, accidit ut similis imago in oculo depingatur: illi quam solet communiter aliud objectum in retina exprimere est fallaciæ, & deceptioni locus. Ut quia in tabella plana ita sunt dispositi colores, ut per eandem lineam in oculum incidant, per quam remitterentur ab ipsis objectis realibus, oritur fallacia, & ita de cæteris ut sequentibus propositionibus exponam.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Æqualium intervallorum in eadem linea collocatorum, quæ ita dissita sunt ut de distantia judicare non possimus, minora apparent.

Sint spatia æqualia BC, CD, DE, EF in eadem linea collocata, ita ut BC minùs distet ab oculo A, dico si facilè de distantiis AC, AD, AE, AF, judicare non possimus, spatium FE, minimum apparere, deinde DE paulò majus. Sit enim AB brevissima seu perpendicularis (*per 12. hujus*) intervallum BC majus apparebit deinde CD, exinde DE & ita deinceps. Quod erat demonstrandum.



COROLLARIUM.

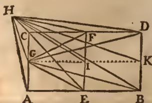
Ex hoc deduces rationem quare si sit ordo aliquis satis longus arborum, aut columnarum æquali intervallo inter se distantium, quæ longiùs ab oculo removentur, minus inter se distare videantur; cùm enim intervalla quibus distant ab invicem, sub minori videantur angulo, tandem angulus ille fit insensibilis, atque adeò non videtur esse aliquid; ergo conjuncta videntur quæ realiter tamen inter se distant.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Spatia parallela coarctari videntur.

Sint spaeia parallela A B , C D , oculus sit H, dico lineas AB ; CD ecaliter parallelas , apparenter accedere ad se invicem quo magis ab oculo



recedunt. Ex oculo H ad planum ABDC ducatur perpendicularis HG,ducaturque ad utramque parallelam perpendicularis AGC, item aliæ utcumque perpendiculares E F , B D , debeo ostendere apparentem magnitudinem AC, esse majorem apparente magnitudine EF, & hanc majorem apparente magnitudine B D; & ita de aliis. Ducantur ex oculo H lineæ HA, HC ; HE, HF ; HB, HD, item GE, GF, GB, GD.

Demonstratio. In triangulo GAE , rectangulo in A, (*per constructionem* ;) linea GE, major est lineâ GA, item GB major est quam GE, eum angulus GEB sit obtusus.

Idem probabo de GC , GF , G D , rursus quia triangula HGA , H G E sunt rectangula in G (*per* 47.1.) erit tam quadratum HA, æquale quadratis GA ; GH , quam quadratum H E æquale quadratis GE , HG ; sed GA , GH minora sunt , quàm GE , HG , cum GE major sit quam G A, ergo quadratum HA minus est quadrato H E ; & consequenter linea H A , minor linea HE. Ita ostendam lineam HC , minorem esse, quam H F, & HF quam HD ; sicut etiam HE,quam HB Ducatur ex G linea GK,parallela lineis AB,CD quæ etiam erit perpendicularis ad EF , BD , & eas secabit in I & K ducantur lineæ HI,HK, quas perpendiculares esse dico ad EF , & BD. Cùm enim HG sit perpendicularis ad planum ABDC(*per* 18. 11)omnia plana per ipsam ducta quale est HGIK ad idem planum rectum erit , cujus communis sectio est GIK , ad quam sunt perpendiculares lineæ EI, BK , Quare (*per* 4.*def.*11.) erunt FI,BK rectæ ad planum HGIK, ideoque (*per* 3.*def.*11.) erunt FIH, BKH anguli recti. In triangulo autem ectangulo HIE si linea HE statuatur sinus totus linea IE erit sinus anguli EHI,(*per* 1.3.*Trigonom.*) ergo ut HE ad IE, ita sinus totus ad sinum anguli EHI. Pariter ostendam , ita esse sinum totum ad sinum anguli BHK , ut HB ad BK , seu E I , sed major est ratio majoris HB ad EI , quàm minoris HE ad eandem E I ; igitur major est ratio sinus totius ad sinum anguli EHI , quam ad sinum anguli BHK : ergo angulus EHI , major est angulo BHK. Eodem modo ostendam angulum DHK , minorem esse angulo FHI , atque ita totus angulus EHF major est toto angulo BHD. Ostendam pariter angulum A H C majorem esse angulo FHE, quare (*per* 3. *Axioma*,) A C, major apparebit, quàm EF , & EF major quàm BD,quod erat ostendendum.

COROLLARIUM I.

Porticuum latitudo coarctari videtur,laquearia ad pavimentum accedere , pavimentum attolli ; cum enim laquearia pavimento sint parallela, quæ autem parallela sunt (*per præcedentem*) ad se invicem accedere ; & porticuum seu ambulacrorum latitudo minui videbitur,& laquearia deprimi &c. Quod semper intelligendum quories de distantia judicare non possumus , ideoque hujusmodi deceptiones potiùs accident uno oculo clauso, quàm duobus, duobus enim ut jam dixi , melius de distantia judicamus.

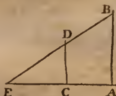
COROLLARIUM II.

Ex quo sequitur pavimenta templorum semper attolli , comparatur enim eum linea ad libellam per oculum ducta , quæ est situs naturalis axium opticorum , item horizon , & mare attolli videntur propter eandem rationem , unde dicitur,*qui ascendunt mare in navibus.*

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Si duo corpora in eadem fere linea oculo objiciantur nullumque sit visibile corpus inter utrumque interjectum , in distantia majori, hæc corpora conjungi videntur.



Sint duo quæcumque corpora AB, CD, à quibus multùm distet oculus E , ita ut vi duorum oculorum non possit discerni excessus distantiæ EB, supra distantiam ED , nec aliquod corpus visibile inteejiciatur inter D & B , saltem quod ab oculo E, spectari possit ; dico objecta D & B, videnda quasi conjuncta essent.

Demonstratio. Objecta illa videntur , eodem modo , ac si eonjuncta essent, quæ in oculo eandem producunt imaginem, ac si conjuncta essent ; sed in tali casu id accidit , nam neque ubi semel radii ab eadem parte objecti ad diversas partes pupillæ ducti, sunt physicè paralleli, nulla ex remotione objecti quo ad hoc punctum fit sensibilis mutatio ; pariter ubi axes optici ad eandem objecti partem directi , ad parallelismum physicè ac sensibiliter accesserunt , nulla fit mutatio ex majori remotione objecti. Nam licèt magis sint paralleli , hoc tamen totum est insensibile ; ergo ex nullo capite potest esse differentia in imagine;ergo neque in visione. Solemus autem tunc recurrere ad magnitudinem apparentem, si vera nobis

fit nota, ad minorem partium distinctionem, ad colorem mutatum, ita montes magis dissitos, magis cæruleo colore infici videmus. Excludo etiam corpora interjecta, nam ex corporibus interjectis in cognitionem distantiæ venimus.

Ex his tribus propositionibus innumeræ hallucinationes,& fallaciæ oriuntur, qualis est hæc, qui ex loco satis dissito fossam, aut amnem intuetur, conjunctas videt alvei crepidines, ita ut nullum ibi amnem inter fluere suspicetur.

Montium cacumina sibi invicem cohærere judicamus, licèt maximo inter se intervallo disjungantur.

Montium apices cum cœlo,stellis aut luna conjungimus. Lunam & solem in firmamento collocamus, neque si vim oculorum spectemus, & impressionem ab iis receptam, quidquam de eorum distantia statuere possumus; si enim magis aut minùs distent, simili tamen modo, aut saltem non sensibiliter dissimili oculos afficiunt.

Cœlum à nobis versùs horizontem magis abesse, quàm prope verticem videtur. Quia nempe per interjecta corpora in superficie terræ posita, horizontalem cœli distantiam melius concipimus, verticalem verò ita metiri non possumus.

In minoribus tamen distantiis sæpe contrarium accidit, præcipuè si id quod videtur longiùs quam par sit transferatur; ut si nubes è loco paludoso non multùm distante emergat, ejus distantiam valde modicam æstimabimus interea dum terræ adhærebit, si verò paulisper attollatur jam longissi nè distare putabimus, eamque visus transferet in partem cœli quam occulrat. Unde puto ibi distinctione aliqua opus esse,vel enim id quod hoc modo in diverso statu spectatur, tale est ut post ipsum nullum sit aliud corpus visibile, cujus distantia aliquo modo percipiatur, aut saltem æstimetur multò major quam sit illius objecti, quod de novo oculis objiciatur. In primo casu, communiter quotiescumque sunt corpora interjecta judicamus majorem esse distantiam, quam si absque illis interjectis corporibus videretur.

Si verò post se habeat aliquod corpus, quod magis distet quàm illud objectum, & in quod visus ut ita dicam illud affigat; contrarium accidet, ita nubes paululum à terra avulsas in ipso cœlo cujus distantiam jam præcognoscimus saltem aliquo modo transferimus.

Ita dum aviculæ non transversim volatum exercent, sed per lineam rectam à nobis recedunt,ubi per aliquos passus à nobis excesserunt, ita ut oculus distantiam non bene perspiciat, eas ut oculorum transferimus in objecta majora, quæ magis oculos feriunt, ex quo longius excessisse judicantur, quàm re vera abierint; & ex eo sæpe hallucinantur aucupes, qui etiam aviculas volantes disjicere volunt. Nisi enim sint assuefacti, vix se satis temporis habere autumant ad bene dirigendam catapultam, in aviculam, quæ ubi ad aliquos passus avolaverit,existimant eam excessisse omnem sphæram sui sclopeti, cum tamen facilè adhuc attingi posset.

Memini me non semel spectasse, congregatos corvos montem ad cujus radices consistebam transvolare conantes,eos altiores montis cacumine judicabam, cum nondum ad tertiam illius partem pervenissent. Quæ ratio ut concipiatur: Sit oculus in A, avis volans in B, sit mons CD, sit distantia AB talis, ut ad illam,oculorum distantia non habeat sensibilem rationem, jam oculus avem illam putat esse in nubibus; cum tamen cacumen montis non excesserit: nubes enim & cœlum cum sint objecta longe majora, & visibilia, potius ad se rapiunt animæ attentionem, de quo paulò inferius aliquid. Inveni tamen ut dixi corvos illos dimidiam horam insumpsisse, ut in orbem se attollerent, & cacumen superarent.



Eadem hallucinatio sæpe invenitur in aliis materiis Itidem sæpe spectavi, non omnino perfectam, ideoque terram non omnino attingentem, cujus pedes oculus ad spatium valde dissitum transferebat,ubi tamen melius radij solares affulserunt; deprehensa est non distare ab oculo quinquaginta passibus.

Proponam & aliam hallucinationem: Altitudinem verticalem semper judicamus majorem magnitudine horizontali sibi æquali, ita ut qui peritus assignat locum, ad quem perveniret turris, si integra accommodaret se horizonti, irrideatur ab omnibus: & hoc sæpe sum expertus. Quæritur hujus rei ratio. An quia horizontalem magnitudinem paulò majorem ex nostra altitudine spectamus valde obliquè, atque adeo sub angulo valde parvo; verticalem autem longitudinem magis directè spectamus, & consequenter sub majori; ex quo deducere possumus, (*per 3. axioma hujus*)majorem esse apparentem magnitudinem objecti horizontalis, quàm verticalis. Puto tamen id omninò non satisfacere: Fieri enim potest, ut anguli sint æquales, immò major angulus sub quo spectatur horizontalis magnitudo unde ni fallor aliquid addendum est: & refero aliam fallaciam. Sit amnis aliquis præterfluens, is exsiccetur, vix in animum inducere poterimus tam parum fuisse latum ejus alveum. Quæ experientia quia difficilior est, metire alvei fluvij alicujus latitudinem, cui æqualem in planitie accessibili assigna; & hanc accessibilem, latitudine fluvii inaccessibili minorem judicabis; experimentum enim ipsum rei magnitudinem in imaginatione minuit. Ita etiam dicere possumus,altitudinem montis majorem judicamus, cum eam metiamur labore quem impendere debemus,ut illam transcendamus; quo fit ut leucæ in montibus minores sint. Neque enim dum montuosa itinera metimur, communem aliquam,& determinatam mensuram adhibemus,sed ea ex labore æstimamus, qui cum ex ascensu augeatur, augetur etiam itineris æstimatio. Ex quo fit ut magnitudo verticalis quamdiu manet inaccessibilis, aut si accessibilis fiat, ex majori labore, major semper judicetur.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Distantia ex objectorum distinctione, & colorum vi percipitur.

Objectum illud distare videtur, quod eandem, aut similem in oculo efficit visionem, quam objectum dissitum efficit, & vicissim illud objectum vicinum oculo videtur, quod ubi non sufficiunt aliæ rationes similem producit visionem, illi quam objectum vicinum ingenerat; sed objectum vicinum tale est, ut ex singulis objecti punctis vivacius lumen remittatur (aut species, parum interest) ideoque intensior exprimatur imago in retina, ex qua sequitur longè perfectior visio; ergo objectum quod ex accidenti aliquo bene distinguetur, & perfectius movebit oculum ad visionem sui; illud minus distare videbitur.

Ex hoc principio nonnullæ oriuntur hallucinationes, cubicula tapetibus, & tabellis ornata longè minora videntur, quam si parietes nudi oculis objicerentur, & hoc cum tanta differentia, ut inferius conclave, inornatum omnino, jurassem multis partibus, superiori cubiculo tabellis insignito majus esse.

Cubicula dealbata longè minora apparent, quàm quæ dealbata non sunt, cum enim albus color magis moveat oculum quam quilibet alius, meliùs videntur quæ alba sunt, quàm quæ subobscurum habent colorem; sed quæ meliùs videntur cæteris paribus propiora apparent; ergo parietes conclavis dealbati, oculo in medio cubiculi posito, propiores videntur; sed hoc est cubiculum minus videri.

Dum nive coopertus est ager, longè minor apparet quàm dum viridi herbarum colore vestiebatur. Propter eandem rationem montes nive conspersi propiores apparent.

Ignes noctu procul conspecti viciniores apparent. Cum enim in tenebris lux sit maximè conspicua, tum quia solis lumen oculos non perstringit, nec aliunde lumen affulget, nisi ab eo igne procul viso, unde impressio unica est in retina, ad quam tota vis spirituum confluit & quieto aliunde organo, melius percipitur vel minimus motus, tum quia ampliatur pupilla; pluresque excipit radios, unde fit vivacior objecti lucidi imago; adde quod distantiam per interjecta corpora metiri non possumus; igitur ad solam visionis efficaciam distantiam ejus exigimus, & prope apparet luminosum quod magno distat intervallo.

Cætera verò corpora non lucida, sub crepusculum remotiora apparent, quàm revera sint; cùm enim parum admodum moveant visum, remota judicantur, ex quo sequitur majora videri. Cum enim licet distare videantur sub angulo tamen eodem spectentur, necessarium est ut magna appareant: quod autem sub crepusculum accidit, etiam per nebulam perspicienti evenire necesse est, aut in aëre libero, illi qui obtusam habet oculorum aciem.

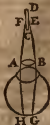
In quo reprehendas imperitos pictores, qui res dissitas coloribus vividis exprimunt, aut singulas earum partes probè distinguunt, cum distinctio sit proprietas objecti non procul ab oculò positi. Vidi aliquando in templo nostro voluisse ædituum Architecturam aliquam longumque columnarum, & porticuum ordinem exhibere, mirabar tamen licèt in perspectivæ regulis nullo modo aberrasset, vix eam deceptionem in oculis producere, quam solent hujusmodi picturæ, præcipuè ad lucernarum probè dispositarum temperatam lucem: cùm statim deprehendi causam. Colores enim nimium vivaces in oculum, ut ita dicam ingerebant ea objecta, quæ fugax columnarum ordo distare demonstrabat. Spectabatur pariter in extremitate claustri alicujus, depictum probè sacellum, ita ut intra murum excavatum, & fabricatum videretur, neque deerat altare suis ornatum columnis, quæ omnia probè, & ex arte procedebant: nescio quid tamen desiderabat oculus. Cum pictor egregius totum errorem detexit, appensam nempe, aut depictam supra altare imaginem, sed perfectam, & ut vocant finitam pessime ibi collocatam asseruit. Cum enim in muri superficie depingendum fuit sacellum, partes remotiores languidioribus sensim coloribus exprimebantur, & bene quidem; cùm hoc modo objectum, ut par erat ab oculo removerent; tabella autem quæ maximè dissita repræsentari debuerat, cùm nimis oculum moveret, & ut vicina exhiberetur totam hanc fallaciam detegeret, & negotium interturbaret.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Linea directè oculo objecta apparet punctum, superficies, ut linea; corpus aliquando ut superficies, obliquè verò, ut linea superficies, ut corpus.

Primæ tres partes ita probantur. Dum linea directè oculo opponitur, unicum tantum ejus punctum videri potest; & ipsa ut unicum punctum apparet, idem dico de superficie. Cum enim superficies hoc modò opponitur visui, prima ejus linea interposita est inter oculum, & cæteras ejus partes; sed quoties id accidit tota superficies videtur ut linea. Igitur superficies, ut linea videtur, quæ omnia non intelligo mathematicè. Si enim datur minimus angulus sub quo videri non possit objectum, nullus est minor angulus, quàm ille cujus basis esset punctum. Unde intelligo aliquam lineam physicam cum aliqua latitudine, sed valdè parva, & licet minor esset latitudo illius lineæ, quam sit latitudo pupillæ, atque adeò videri aliquantulum possint remotiores partes; unientur tamen physicè radii cum radiis priori-



bus, ut sit pupilla A B, paulò latior quam linea CD, poterunt adhuc paulisper videri puncta E, & F, ita tamen parum, ut physicè conveniant in retina cum radiis puncti C.

Quod

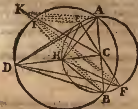
Quod pertinet ad corpus, si directè opponatur oculo una ejus superficies, si verbi gratiâ, sit corpus cubicum, una ejus tantum superficies videri poterit; si verò possit fieri, ut duæ simul oculo objiciantur videbitur ut corpus, quæ omnia sunt clariora, quàm ut in iis diutiùs immoter.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Eadem quantitas obliquiùs visa in eadem tamen distantia; sed maiori quam sit ipsa quantitas minor apparet.

Sit linea AB directè visa, hoc est sit oculus D, & linea DC ad medium ejus ducta, ad eam



perpendicularis; centro C, intervallo CA, describatur circulus. Ducatur linea EF, æqualis ipsi AB, cujus medium punctum C, sit idem ac medium punctum lineæ AB, hoc enim requiritur, ut illæ lineæ æqualiter distare dicantur ab oculo D. Dico lineam EF, videri sub minori angulo, quam AB, hoc est angulum ADB, majorem esse angulo EDF. Describatur circulus circa triangulum ADB, & quia DC supponitur major, quam AC, erit centrum circuli in linea DC, cum DC, sit perpendicularis ad AC, ducatur linea CI, ita ut angulus DCI, sit æqualis angulo DCF. Cum in DC, sit centrum circuli, erit (*per 7. tertii Eucl.*) CI, minor quam CD, fiant CD, CK æquales, ducanturque AK, AI, BK, BI.

Demonstratio. In triangulis DCF, KCB, latera KC, DC, CF, CB sunt æqualia, & anguli ICB, angulo DCF, æqualis ex constructione; ergo (*per 4. 1. Eucl.*) anguli BKC, FDC sunt æquales. Eodem modo ostendam angulos AKC, EDC esse æquales; ergo totales anguli AKB, EDF sunt æquales. Sed (*per 21.1.*) angulus AIB, major est angulo BKA, & AIB, (*per 21. 3. Eucl.*) æqualis est angulo ADB: ergo angulus ADB, major est angulo EDF. Quod erat demonstrandum.

Dixi si distantia sit major, quàm ipsa quantitas, si enim utraque quantitas spectaretur ex H, sub eodem semper angulo nempe recto appareret.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Figura multilatera in magna distantia apparent rotunda.

Ad hoc ut figura multilatera appareat rotunda, debet amittere suos angulos, sed propter elongationem, & distantiam amittit suos angulos: tunc enim amittit suos angulos, cum anguli non discernuntur. Sed anguli tunc non discernuntur, omnis enim quantitas in aliqua distantia fit invisibilis (*per 14. hujus*) ergo poterit ita removeri, ut ejus anguli fiant invisibiles. Ut si sit quadratum ABCD,



cui inscribatur circulus EFGH, excessus quo quadratum superat circulum, est triangulum mixtum EBF; sed triangulum mixtum EBF, est quantitas determinatæ magnitudinis, quæ ut dixi potest ita removeri ab oculo, ut sit seorsim sumpta invisibilia; seu invisibilia visione qua distinguatur ab aliis partibus; ergo eodem modo videbitur figura illa ac si careret angulis. Antequam tamen hoc modo appareat omnino rotunda, primo fiet invisibilis aliqua pars anguli; verbi gratia triangulum IBK, unde ex quadrato fiet figura alia multilatera; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Ex eo sequitur quod astrorum figuræ in rotundas abeant, ita nullus sine telescopio corniculatam venetem animadvertit: aut saturnum ovalis figuræ, quod adhuc maximè procedit ex capillitio, cum quo videntur, de quo jam supra diximus. Luna tamen adhuc corniculata apparet, quia non sufficienter distat à nobis, ut tantus angulus evanescat.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Linea curva, in plano per oculum descripta, apparet recta, quando distantia distingui non potest.

Sit oculus in A, illique objiciatur linea curva



BCD; ita ut sit in eodem plano in quo oculus

A; dico lineam curvam BCD, videndam tanquam lineam rectam. Ducatur enim in eodem plano linea EF, tangens circulum in G. Ducanturque lineæ AED, AFB, AGK, AHI.



Demonstratio. Illud objectum videtur, ut linea recta quod eandem visionem producit, ac linea recta, sed linea BCD id præstat. Nam primò in eodem prorsus loco retinæ suam exprimit imaginem, in quo tangens E F, nempe in communi sectione plani D A B, & retinæ. Secundò nulla est differentia inter utramque imaginem, neque enim,ex suppositione animadverti potest excessus, quo linea AB, superat lineam AF, aut AD, lineam AE; & ita de reliquis: ergo in maxima distantia linea curva, ita opposita oculo, ut sit in eodem plano cum illo, videtur ut linea recta. Quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Hæc propositio intelligenda est, de quacumque linea curva, Ellyptica, hyperbolica, immo & de pluribus lineis angulum comprehendentibus quomodocumque, ut de lineis KL, I L, item de lineis convexis, aut concavis.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Unus oculus videt minus quam dimidiam partem Sphæra, & id quod videtur circulo comprehenditur.

Sit sphæra cujus centrum A, spectata ab oculo B, sitque linea AB; per quam intelligatur pla-



num quodcumque secans sphæram per centrum, ideoque sit communis sectio sphæræ, & plani illius circulus maximus CDE, sintque tangentes circulum B C, B E, quæ æquales sunt (*per cor.* 36. 3.) ducatur linea C E, connectens duos contactus; erunt anguli BCE,BEC æquales,(*per* 5.1.) & minores duobus rectis, ideoque quilibet minor recto. Centrum ergo circuli est ultra F in A, ducantur lineæ AC, AE. Primò ostendere debeo arcum CDE, esse minorem semicirculo.

Demonstratio. Cum in C E, non sit centrum circuli,hæc in duas partes inæquales circulum secar, & ea pars major erit, in qua est centrum, quod patet ex eo quod si per centrum A, duceretur linea parallela ipsi C E, hæc circumferentiam in duas partes æquales divideret; igitur CDE, est minor semicirculo. Vel alio modo: Cum in triangulo ACB angulus A C B rectus sit, angulus CAB est minor recto; ergo arcus C D minor est quadrante (*per* 28. 6.*Eucl.*)

Jam verò si circa axem B A, intelligatur volvi triangulum BAE; triangulum BFE, describet conum rectum; in cujus basi semper fiet angulus rectus, æqualis angulo AEB; atque adeò in ejus peripheriam cadet tangens. Cùm ergo oculus nihil videat ultra tangentem, eum duci non possit recta linea; circulus definiet id quod ab oculo videtur. Vel alio modo per lineam C E intelligatur planum ad lineam B F rectum, cujus communis sectio cum sphæra erit circulus (*per primam Theod*) dico omnes lineas ab oculo ad circuli peripheriam ductas, esse tangentes. Cum enim in triangulis BFE, BFG, latera FB FG, sint æqualia (*per def. circ.*) latus BF commune,& anguli BFG, BFE recti, & æquales (*per* 4. 1.) erunt bases B F, BG æquales: quare in triangulis BAG,BAE,cùm omnia latera sint æqualia, erunt anguli B G A, BEA æquales (*per* 8. 1.) sed BE A rectus est suppositus, cum BE sit tangens; ergo BG erit tangens. Cum ergo nihil ultra tangentem videri posset,ultra punctum G nihil videri poterit. Idem ostendam de reliquis punctis circumferentiæ EGC; ergo id quod de sphæra videtur circulo comprehenditur, & circulo minori non per sphæræ centrum transeunte, ergo minus est hemisphærio; quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Sphæra eminus spectata apparet circulus.

Sit sphæra cujus centrum A, spectata ab oculo B valde distante, sitque per præcedentem



portio quæ videtur ab oculo B, definita circulo C D E. Sitqua linea B A per quam intelligantur infinita

infinita plana, quæ (*per primam primi Theodosij*) cùm per centrum sphæræ transeant, habebunt communes sectiones cum sphæra circulos HG, HD, HF, HC, qui omnes (*per 40. hujus*) apparebunt ut lineæ rectæ, neque enim animadverti poterit ab oculo, quod linea BE sit longior, quàm linea BH; ergo sphæra BHE, eamdem imaginem hebebit, quam exprimeret circulus HDE, ergo sphæra apparebit, ut circulus quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Et hoc non tantum intelligendum est de sphæra, sed generatim de omnibus sphæroidibus, conis item si per verticem spectentur.

Columnæ tanquam rectangula apparent, si ex nullo capite dignosci possit rotunditas. Pariter multilateræ turres ut rectangula apparent, unde facilè imaginamur eas esse rotundas cùm eodem modo appareant, ac si rotundæ essent; licèt enim partes angulosæ turris alicujus multilateræ, magis ad oculum accedant, id tamen nonanimadvertitur propter distantiam.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Oculo ad sphæram accedente illius minor pars detegitur, quæ tamen major apparet.

Sit sphæra cujus centrum A; oculus B qui transferatur in C, dico ex puncto C minorem



ab oculo partem sphæræ detegi quam ex puncto B, hanc tamen partem, majorem apparere; hoc est angulum FCG, majorem esse angulo DBE. Ducantur tangentes BD, BE: item ducantur tangentes ex puncto C, quæ sint PC, FG. Primò asseto puncta G & F cadere inter E & H, D & H; neque enim cadere possunt in puncta D, E, quia fierent anguli recti inæquales; neque etiam potest, fieri ut tangentes cadant ultra puncta E ut in I, alioquin ex puncto L in eundem circulum, ex eadem parte duæ tangentes ducerentur; quod est absurdum. Quia LE, & LI essent æquales (*per 37.3.*) & inæquales (*per 8. ejusdem*) ergo tangentes CF, CG cadunt inter D, & E, ergo arcus FHG minor est arcu DHE: ideoque si intelligatur planum per FG, ad quod sit recta linea BH, ostendam ut priùs communem sectionem illius & sphæræ esse circulum definitam, id quod videtur ex puncto C, & planum per DE ductum definire, id quod videtur ex puncto B: circulus autem cujus diameter DE, majus segmentum sphæræ abscindit quam circulus cujus diameter FG quod est primum.

Adde angulum FCG majorem esse angulo BDE; triangula enim ADB, AFC sunt rectangula in D, & F, cum BD, CF sint tangentes; ergo reliqui duo simul in utroque triangulo sunt æquales uni recto: ergo DAB, DBA simul æquales sunt angulis FAC, FCA simul: sed DAB, major est angulo FAC, ergo FCA major erit quam DBA. Eodem modo ostendam angulum ACG majorem esse angulo ABE; ergò totalis angulus FCG major est angulo DBE; ergo (*per 3. Axioma hujus*) FHG videbitur esse major, quàm DHE; quod est secundum. Vix tamen hoc totum incrementum est notabile, nisi quando admoventur oculi maximè ad sphæram; tunc autem quia ferri potest judicium de distantia, magnitudinem non æstimamus tantum ex angulo.

COROLLARIUM I.

Ex his propositionibus deduces, primò si detur aliquod luminosum ita parvum, ut per modum puncti considerari possit, aut nullam habeat sensibilem rationem cum sphærâ, minùs quàm dimidium illius hemisphærium illuminabit.

COROLLARIUM II.

Luminoso ita parvo ad sphæram accedente minor illius pars illuminabitur; intensius tamen lumen recipiat.

COROLLARIUM III.

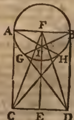
Luminosi punctum, quodcumque minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illominat, unde sequitur, perfecta illuminatione & totali minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illuminari.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Duo oculi immoti, ex sphæra cujus diameter æqualis sit distantia oculorum inter se, minùs quam hemisphærium vident. Si tamen moveantur circa communem axem; hemisphærium totum successivè spectabunt.

Sit sphæra cujus diameter AB, sintque oculi CD & lineæ CD, AB, sint æquales & parallelæ,



sitque linea DB perpendicularis ad AB; hunc enim situm suppono, dico oculos C, D si immoti maneant, non visuros totum hemisphærium; si

verò

verò moveantur circulariter circa immotum axem communem E F, totum succeſſivè hemiſphærium viſuros.

Demonſtr. Ex oculo D ducatur alia tangens DG, & ex C, tangens DH, eritque ſegmentum ſphæræ contentum circulo cujus diameter AH



minus hemiſphærio (*per 42. hujus*) pariter aliud ſegmentum contentum circulo cujus diameter GB minus item hemiſphærio, eaque plana habebunt communem ſectionem, lineam perpendicularem ad planum AGHB eductam per punctum I infra circulum maximum cujus diameter A B, & rectum ad idem planum AGHB; igitur aliquid relinquitur de hemiſphærio, ſed id quod videtur ab oculo C eſt ſegmentum contentum circulo cujus diameter AH, id verò quod videtur ab oculo D, eſt ſegmentum contentum circulo BG; igitur id quod videtur ab utroque oculo ita immoto erit minus hemiſphærio.

Si verò intelligantur oculi moveri circa axem communem E F quod FB deſcribet circulum maximum in quo terminabitur tangens DB tranſlata, & ſemper angulum rectum faciet, ideoque oculus D ſucceſſivè videbit totum hemiſphærium.

COROLLARIUM.

Multò magis ſequitur quod ſi diſtantia oculorum ſit minor diametro ſphæræ tam ab utroque oculo immoto, quam ab utroque circa communem axem circulariter moto, minus quam hemiſphærium videbitur.

PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Si oculorum diſtantia major fuerit diametro circuli, ab utroque oculo circa communem axem perpendiculariter moto, pluſquam hemiſphærium videbitur.

Sint oculi A, B, ſitque linea AB major diametro ſphæræ C D ſitque communis axis EF, perpendicularis ad C D; dico ſi oculi moveantur circulariter, circa axem EF, ſucceſſive, uterque videbit pluſquam hemiſphærium ſphæræ CGD. Sit enim planum per utrumque oculum & centrum ſphæræ F ductum, faciens (*per Theodoſium*) ſectionem in ſphæra circulum maximum CGD, & ex A, & B ducantur duæ tangentes AH, BI, ſitque linea HI quæ major non erit diametro CD, lineæ H I ſumatur æqualis AK, ducatur linea KI, item lineæ AF, BF; primò probo lineam KI eſſe parallelam lineæ AH.

Demonſtr. In triangulis AEF, EBF lineæ AE, EB æquales ſunt, latus EF commune, anguli ad E



recti: ergo (*per 4. t.*) & baſes AF, BF, & anguli AFE, BFE, ſunt æquales. Pariter in triangulis AHF, BIF rectangulis in H & I cum AH, BI ſint tangentes, (*per 47. 1.*) erunt quadrata AH, HF æqualia quadrato AF, ſicut quadrata BI, I F, ſunt æqualia quadrato FB, & cum tam FB, AB, quàm FH, FI, ſint æquales, erunt lineæ AH, BI, æquales, & (*per 8. 1. Eucl.*) anguli AFH, BFI, æquales; erunt etiam AFE, BFE æquales: ergo ſunt totales anguli EFH, EFI: ergo & reliqui HFL, IFL, & ſic triangula HFL, IFL (*per 4. t.*) ſunt æqualia omnimode, & anguli ad L æquales & recti. Quare (*per 28. t.*) ſunt parallelæ AB, HI, ſunt autem æquales AK, HI; igitur (*per 33 t.*) AH, KI ſunt parallelæ; ideoque linea BI incidens in parallelam KI, cum alia parallela AH conveniet. Conveniat ergo in puncto M, oſtendam angulos MHI, MIH minores eſſe rectis atque adeo lineas perpendiculares, per contactus ductas & conſequenter per centrum eadere ſupra lineam HI. Centrum igitur ſphæræ erit in ſegmento H G I, ſit in F ducantur lineæ HF, FI; ſiet igitur triangulum, eritque angulus HFI; quare arcus HGI major erit ſemicirculo & reliquus minor, ideoque ſi intelligatur circa axem EF volvi circulus HGI, unà cum oculis arcus HGI, deſcribet ſegmentum majus ſemicirculo, quod videbitur ſucceſſivè ab utroque oculo; quod erat demonſtrandum.

Nonnulla hic demonſtrantur de viſione cylindri, & coni quæ quia dependent ex elementis conicis & cylindricis nondum traditis; nec multum ad oculi & viſionis intelligentiam faciunt; omitto.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

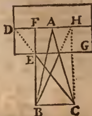
Quæcumque videntur, in horopterem transferuntur

Res iſta eſt ſatis difficilis, indigetque paulò fuſiori explicatione phyſica. Suppono autem objectum illud ſolum videri diſtinctè, in quod eadit axis opticus, alia verò objecta videri ſatis confuſe; præcipuè vero quæ ab axibus opticis longius diſtant.

Item ſuppono unum oculum vix percipere diſtantiam objecti, niſi in quantum contrahi debet aut dilatari, ad hoc ut percipiat diſtinctè aliquod objectum; poſuimus enim (*in primo libro prop. 9.*) & hunc modum diſtinguendi diſtantiam: accomodatur autem oculus præcipuè diſtantiæ illius objecti, quod intendimus per obtutum intueri, hoc eſt contrahitur aut dilatatur cryſtallinus prout exigit

exigit distantia illius objecti, in quod intendimus utrumque axem opticum. Ergo si nulla alia adsit ratio dijudicandi de distantia aliorum objectorum nisi ex contractione aut dilatatione crystallini; omnia objecta confuse visa, videbuntur habere eandem distantiam, quam habet objectum visum per axes opticos. Sed quòd alia objecta videantur eandem habere distantiam quam habet principale objectum, est transferri per visum in horopterem. Si sint in eodem plano cum axibus opticis. Vel in planum horopteris, si sint extra planum axium opticorum: ergo omne objectum videtur in plano horopteris. Quod ut melius concipiatur.

Sit objectum A quod ab utroque oculo B, & C videatur per axes opticos BA, CA, sit linea BC connectens centra visuum, cui intelligatur parallela AD quæ vocetur horopter, per lineam



AD intelligatur planum DG, rectum ad planum BAC. vocceturque planum D G horopteris planum; sitque aliud punctum visibile E, quod videatur ab oculis B, & C non per axes opticos. Sed per alios radios BE, CE, ita tamen ut ex interjectis corporibus non possit distingui ejus distantia; dico objectum E, visum iri in ipso horoptere AD, si sit in eodem plano trianguli ABC, aut saltem in plano horopteris DG, si sit in alio plano quàm in ABC. Cùm enim objectum E non videatur per axes opticos, immo quod diligenter notandum est, videatur per radium BE non multum distantem ab axe BA, sed simul per radium CE, multum aberrantem ab axe CA; non distinguetur bene ejus distantia; neque enim magis innotescet distantia objecti E, quam ipsum objectum E, sed objectum E visum hoc modo non per axes opticos confusè videtur: ergo & ejus distantia. Præcipuè si nulla sint corpora interjecta ex quibus dignosci possit. Adde quod ex angulis quos faciunt radii BE & CE cum linea BC nempe ex angulis EBC, ECB innotescere non potest locus E. Nam (*propositione prima hujus*) diximus quidem ex angulis ABC, ACB, cognosci posse distantiam objecti A visi per axes opticos, quia nempe aliter inclinantur oculi, ad invicem, ut dirigatur uterque axis opticus in objectum A, quàm si dirigerentur in objectum vicinius, aut remotius; sed in quocumque loco ponatur objectum E, semper immoti manent oculi, defixi nempe in objectum A; ergo ex eo capite distantia dignosci non potest. Ergo restat tantum alius modus nempe ex contractione, aut dilatatione crystallini, qui ad videndum objectum vicinius communiter fit minoris sphæræ segmentum, & ad videndum objectum remotiùs majoris sphæræ figuram induit; sed in tali casu crystallinus eam figuram habet, quàm exigeret objectum E si esset in plano DG; ergo si ex eo capite solo petatur distantiæ perceptio, objectum E videbitur esse in plano DG. Nam oculi se accommodant præcipuè distantiæ objecti, cui attendunt, sed attendunt ad objectum A; ergo se accommodant distantiæ objecti A. Atqui objectum A est in horoptere; ergo si possit ex ea coarctatione, aut dilatatione aliquo modo percipi distantia, omne objectum in horoptere, aut in plano horopteris esse videbitur.

Monui tamen ita ut ex interjectis corporibus judicium ferri non possit de distantia, neque enim omnia objecta, excepto principali, & iis quæ in horoptere posita sunt, geminata nobis videntur, sed tantum quoties est aliquod objectum solitarium, & non conjunctum cum aliis. Ita ut nulla sit ratio determinandi ex interjectis corporibus, & judicandi illud esse in proprio suo loco. Experientiæ autem melius rem totam comprobabunt.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Nullum objectum in horoptere positum geminum apparet.

Illud geminum non apparet, quod in unico tantum loco esse videtur, sed quidquid est in horoptere, aut ejus plano, in unico tantum loco esse videtur. Nam ut aliquid videatur geminatum, debet apparere in aliquo loco in quo non est, sed quod est in horoptere, videtur in proprio loco, nempe in ipso horoptere, nec datur ulla ratio propter quam videatur, aut extra horopterem, aut extra locum quem in horoptere occupat. Sit



enim objectum H, visum ab oculo B, videbitur in horoptere secundùm lineam BH, & ab oculo C, videbitur pariter in horoptere per præcedentem secundùm lineam CH, ergo ab utroque oculo videtur esse in H; quare videbitur esse in loco vero, & proprio, igitur non apparebit geminum. Idem dico de plano horopteris, hoc est si objectum sit in plano horopteris, extra ipsum horopterem.

COROLLARIUM.

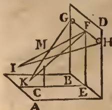
Quæ sunt in horoptere videntur in proprio loco: cum enim videantur in radio ab oculo ducto, illi autem radii concurrant tantum in proprio objectorum loco, in eo videri necesse est.

PROPOSITIO L.

Problema.

Instrumentum conficere quo quacumque de horoptere dicuntur, experiri possimus.

Paretur Afferculus AB, duobus pedibus longus, latus uno, cui ad angulos rectos aptatus fit



alius afferculus BD, in diversis foraminibus possit inseri stylus CM, ducaturque linea CE, & alia FE, ut figura satis ostendit, sitque GFH, horizontalis linea, & paratum erit instrumentum in quo linea GH repræsentat horopterem, & planum BD, erit planum horopteris, stylus CM, erit objectum in diversis positionibus.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Objectum extra horopterem positum geminum apparet.

Sint oculi I & K, intendentes per axes opticos in punctum F. Sitque primò inter utrumque axem opticum IF, KF, positum objectum M. Dico objectum M multiplicandum, & videndum in punctis G, & H. Primò experientiâ id constat, modo attentiùs consideretur utroque axe optico punctum F. Secundò probatur (*per* 46.) quidquid videtur, (ita tamen ut distantia per interjecta corpora non satis percipiatur) illud in horoptere videtur, sed objectum M tale est; ergo videbitur in horoptere, sed videtur in horoptere tam per radium KMG, quam per radium IMH; ergo videbitur, tam in puncto G, quàm in puncto H; ergo geminum apparet.

Ratio videtur esse; cum oculus se accommodet objecto F, quod respicit per axes opticos, tam objectum F, quam quòd in eodem cum eo plano existit, totam ad se oculi attentionem rapit, ideoque alia objecta oculus percipit comparativè ad illud planum, quod tale est ut ejus singulæ partes æqualiter distent ab utroque axe. Sed dum objectum M, comparatur cum plano BD, tegit duplex illius punctum, nempe puncta G & H, ergo videbitur esse geminatum.

Ex quo sequitur quòd si corpora interjecta inter oculos, & objectum M talia sint, ut ejus locum benè determinent, ita ut difficile sit, ut illud imaginemur esse in plano BD, non succedet hujusmodi hallucinatio.

Sit pariter objectum A, visum ab oculis BC, per axes opticos BA & CA, & consequenter sit horopter EF, sitque aliud objectum D, ultra horopterem positum; dico objectum D, visum iri in duobus locis nempe in punctis E, & F.

Cum enim oculus videat objectum A distinctissimè, & ad eum maximè attendat, comparativè ad illud cæterorum objectorum locum determinat; eùm ergo objectum D, ab oculo C videatur, esse magis ad dextram, quàm objectum



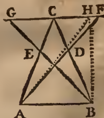
A, & ab oculo B, magis ad sinistram, & ejus distantia non percipiatur; necessarium est, ut videatur in duobus locis: nempe in E & F. Quamdiu nempe fixum habebimus obtutum in objectum A. Nam accidit plerumque, ut dum volumus comparare objecta A & D inter se, defigamus axes opticos in A, & statim in D, tunc non sequetur hallucinatio.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Duo obiecta unum obiectum apparere possunt.

Sint oculi A & B, quorum axes optici AC, BC. Sintque duo objecta E, & D, in duobus axibus, dico objecta E, & D videri per modum unius objecti.



Illud enim objectum videtur esse unum cum alio objecto, quod in eodem loco videtur cum illo, sed objectum E, videtur in eodem loco in quo videtur objectum D, ergo videntur quasi unum objectum. Minor ita ostenditur. Objectum E ab oculo A videtur (*per* 46.) in horoptere, videtur item in radio AE, ergo videbitur in puncto C, sed pariter objectum D videtur in puncto C, ergo objecta D & E videntur in eodem puncto C, licèt adhuc videatur objectum D, in puncto F, & E, in puncto G.

Ideoque si objecta E & D, sint unius ejusdemque coloris; & omnino similia; videbuntur perfectè unum esse objectum, videbunturque tria tantum esse

esse objecta similia. Si verò objecta dissimilia, duo extrema videbuntur cum proprio colore, medium verò objectum ex duobus coloribus coalescet, fietque compositus aliquis color, quasi uterque diaphanus esset, & alius trans alium videretur. Quod egregiè confirmat eam rationem, quam supra attulimus, quare objectum quodlibet non multiplicetur, etiamsi videatur duabus visionibus, quia nempe ab utroque oculo videtur esse in eodem loco.

Succedet hæc hallucinatio, etiam si radii AC, BC non essent axes optici, sed alii quicumque radii, ut si immutatis reliquis, axes optici essent AH, BH, modò objecta essent in duobus radiis quibuscumque concurrentibus in eodem puncto horopteris, viderentur multiplicari, & coalescere.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Si objecta extra horopterem assumpta, non sint in duobus radiis in horoptere concurrentibus; quodlibet duplicatum apparebit, & quatuor videbuntur.

Sint objecta A & B horopter DE. Axes CF, LF, sintque objecta A & B, ita disposita ut radii



in quibus existunt, nullo modo conveniant in horoptere; dico tam objectum A, quam objectum B duplicatum visum iri, ita ut videantur esse quatuor.

Demonstratio. Cum enim objectum A videatur ab utroque oculo in diversis locis horopteris, & pariter objectum B, in duobus aliis locis distinctis, neque ullus locus in quo videtur objectum A, sit idem cum aliquo ex iis in quibus videtur objectum B, alioquin deberent radii per quos videntur, concurrere in eodem puncto horopteris, contra suppositionem, necessarium est, ut hæc duo objecta videantur in quatuor distinctis locis. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LIV.

Theorema.

Si objectum fuerit in axe communi, loca illius visa in horoptere sumpta, æque distabunt ab objecto clarè viso: cum verò fuerit axis ad conjungentem obliquus, locus unus magis distare videbitur ab objecto principali quam alius.

Vide figuram præcedentem.

Sit objectum distinctè visum, seu per axes opticos F. Sit axis communis KF, objectum I, quod videatur in horoptere in locis D & E, dico loca apparentia E & D, æqualiter distare à puncto F, sive axis communis sit perpendicularis ad lineam ED, sive non.

Demonstratio. Cum lineæ FG, CL, (*per def. horopteris*) sint parallelæ, erunt anguli CED, ECL alterni æquales, suot item DIF, KIL, anguli oppositi ad verticem æquales, igitur triangula DIE, CIL sunt æquiangula, & (*per 4.6. Eucl.*) erit ut IF ad FD, ita IK ad KL; pariter ostendam ita esse IK ad KC, ut IF ad FE; sed ut KI ad KL, ita KI ad KC, cum KC, KL sint æquales, (*per def. axis communis*) igitur, ita est IF ad FD; sicut IF ad FE. Ergo (*per 7.5.*) DF, FE æquales sunt. Quod erat priorum.

Addo insuper si axis KF fuerit perpendicularis angulos FLD, FCE, sub quibus videntur hujusmodi intervalla esse æquales, & consequenter lineas FD, FE (*per 3. axioma*) apparere æquales.

Demonstratio. Cum linea FK, sit perpendicularis ad CL & lineæ CK, KL æquales, erunt (*per 4. 1.*) anguli FLC, FCL æquales, pariter erunt anguli ILC, ICL æquales. Quod si ab æqualibus, æqualia auferas, remanent DLF, FCE æquales. Ergo lineæ FD, FE apparebunt æquales.

Si verò axis communis KF obliquus esset, ita ut angulus FKC esset acutus; angulus DLF esset, minor angulo FCE, & consequenter linea DF, minor appareret quam FE.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Si duo objecta æqualiter ab horoptere dissita, geminata videantur; loca apparentia utriusque æqualiter ab invicem distabunt.

Sint duo objecta A & B, æqualiter ab horoptere ED dissita, hoc est linea AB sit parallela lineæ ED, & consequenter parallela lineæ CL connectenti centra visuum; sintque loca in quibus videntur objecta A & B, D, G, H, E. Dico lineas GD, HE esse æquales, sive G & H, in unum idemque punctum coalescant, sive non.

Demonstratio. In triangulo LDH, quia ducta est AB, parallela basi (*per 3.6.*) ita est LA ad LD; sicut BA ad DH; sed quia triangula DAG, CAL, sunt æquiangula, cum CL, DF sint parallela, ita est CA ad AG, ut LA ad AD, & componendo ut LA ad LD; ita CA ad CG. Pariter in triangulo GCE, cum sit AB, parallela basi GE, ita est CA ad CG, ut AB ad GE; ergo ut AB ad GE, ita AB ad DH; quare DH, GE sunt æquales, unde ablata communi GH, erunt DG, HE æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Objecti inter horopterem, & oculos positi locus visus ab oculo dextro, est sinisterior; objecti ultra horopterem positi locus visus sinisterior; respondet oculo sinistro.

Demonstratio. Sit objectum A, inter horopterem, & oculos, ab oculo C, sinistro videbitur in G, &

G, & ab oculo dextro L, videbitur in loco D sinisteriore. Quia in objecto intersecantur radii, & post illam intersectionem mutant situm.

Si verò objectum esset ultra horopterem radii ab oculis ad objectum emissi, nondum uniti sunt, dùm attingunt horopterem. Ergo dum in eo loca visa objecti notant, quilibet adhuc suum situm obtinet.

PROPOSITIO LVII.

Theorema.

Si duo objecta in axe communi statuantur, & alternatim in ipsa axes defigantur; erunt loca apparentia unius aque distantia apparenter inter se ac loca apparentia alterius.



Sint duo objecta I & F, in axe communi KF posita, si defigas axes opticos in I, loca visa objecti F, erunt in S, & O, si verò respicias per axes opticos objectum F, loca visa objecti I, erunt E, & D. Dico tantam videri IO oculo L, quanta est DF, & oculo C, tantam apparere SI, quanta est FE.

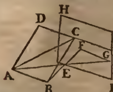
Demonstratio. Idem est angulus FCE, sub quo videtur FE, ac SCI, sub quo videtur SI, ergo (*per 3. axioma*) tanta apparet SI, quanta appatet EF, idem ostendam de IO, respectu FD; ergo constat propositum.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Objecta extra planum axium opticorum posita, habent apparentias etiam extra horopteru lineam positas; & illi parallelas.

Sint oculi A & B axes optici AC, BC, horopter DC, planum horopteris HI. Sit objectum E,



extra planum trianguli ABC. Videaturque objectum E, per radios AE, BE, qui secent planum horopteris in punctis F & G. Dico puncta F & G, non esse in ipso horoptere DC.

Demonstratio. Si punctum F, esset in ipso horoptere, esset in plano per DC, & AB ducto, seu in plano ABC. Sed punctum etiam B, invenitur in eodem plano; ergo (*per 1.11.*) tota linea BF; esset in eodem plano ABC, ergo & punctum ejus E, quod est contra suppositionem: idem ostendam de puncto G. Quod erat primum.

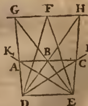
Addo insuper lineam FG, esse lineæ DC parallelam. Intelligatur enim per AB, ductum esse planum, ad ABC rectum, fiatque angulus BAD rectus. Erit etiam ADC, (*per 29.1.*) cum lineæ AB, DC sint parallelæ. Quare (*per 4.def.11.*) linea AD ad utrumque planum recta erit; & (*per 14. 11.*) planum per AB ductum, & planum HI sunt parallela. Quæ secatur à plano AGFB, ideoque (*per.16.11.*) sectiones AB, FG sunt parallelæ; ergo (*per 9. 11.*) lineæ FG, DC sunt parallelæ. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LIX.

Theorema.

Si axes optici in nullo proposito objecto conveniant omnia geminari videntur.

Hic rationem reddo satis alioquin difficilem, experientiæ communis, nempè quotiescumque diutiùs in objectum aliquod præcipuè satis vicinum oculorum axes defigimus, nisi diligentiùs in eodem situ contineantur, aliquantulum aberrabunt, tunc autem omnia gemina videbuntur. Quod myopibus facilius accidet, qui ut distinctè legant objecta multùm oculis admovent, tunc enim ut ferè quotidie experior, objecta geminantur; ita ut sæpe cogantur unum oculum claudere, ut confusio quæ ex objectorum multiplicationa oritur, castigetur. Hanc autem affero rationem, nempe quod non possit in objectum, ita vicinum uterque axis dirigi; ex quo sequitur, horopterem esse ultra ea objecta, quæ ipsis objiciuntur, ideoque ea duplicata videri in horoptere.



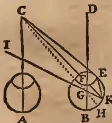
Sint enim proposita objecta A, B, C, oculi D & E, & quia nimis vicina sunt ea objecta non possint axes optici dirigi in aliquod ex his objectis, sed permittantur longius aberrare, ita ut fere paralleli sint, aut uniantur tantum in puncto F, tunc (*per 46 hujus*) objecta A, B, C, transferentur in horopterem; & duplicati videbuntur, verbi gratiâ punctum B, videbitur in G, & H, punctum A, in G & K, punctum C in H, & I. Quod si axis opticus uterque collimaret in aliquod ex his objectis propositis, verbi gratiâ, in punctum B, horopter esset linea AC; atque adeo quodlibet objectum in illius plano existens videretur in suo

proptio

proprio loco; & consequenter fine ulla multiplicatione.

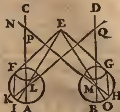
Non est tamen dissimulandum hunc modum explicandi non omnino satisfacere, sit enim transitus ab eo casu in quo horopteris ratio suam vim obtinet, ad alium casum, in quo nullam vim ex principiis supra positis habet.

Neque enim universalem fecimus horopteris doctrinam; sed eam coarctavimus, ad circumstantias, in quibus facilè per interjecta corpora de verâ objecti distantiâ nulla posset haberi certa cognitio. Deinde rationem attulimus, quod oculus se conformaret objecto ad quod dirigit axes opticos; quod in hoc casu locum non habet; cum enim myops, verbi gratiâ, admovet oculis legendos characteres, licèt ob nimiam viciniam non possit axes unire in unum objectum, quod pertinet tamen ad dilatationem, aut coarctationem crystallini; verè se accommodat objecto vicino; quod legere conatur, & de facto non obstante ea confusione, quæ ex multiplicatione oritur, legit; ideoque nulla videtur esse ratio propter quam multiplicentur objecta, neque enim objecta transfert in horopterem, sed videt ea vicina esse. Excogitanda igitur est aliqua ratio universalior, quæ etiam horopteris doctrinam poterit confirmare.

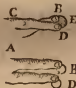


Sint igitur oculi A & B. axes optici AC, BD; sint aut paralleli, aut fere paralleli, sitque objectum C, in uno axe optico, videbitur secundum lineam AC, & quia sufficienter cognoscitur ejus distantia, eò quòd oculus se accommodaverit ad illud videndum distinctè, vi illius cognitionis, quam unus oculus habet de objecto valde vicino, poterit videri in proprio loco; nempe in C. Sit alius axis opticus BD, longiùs aberrans à puncto C, quare valde obliqui sint radii CE, CF; intelligaturque per centrum retinæ G, ducta linea CGH. Constat radios valde obliquos post lentes vitreas non bene uniri cum perpendiculari, Ergo radij CE, CF, qui in tali casu sunt obliquissimi, longiùs aberrabunt à perpendiculari, CGH, uniantur ergo in puncto K, supra aut infra punctum H, ducaturque linea KGI; sed (*per 6. primi hujus*) videtur objectum in linea ducta ab imagine, per centrum retinæ; igitur videbitur objectum secundùm lineam KGI; ergo multiplicatum; & hoc ita evenire comprobat experientia. Nam oculus A, videt objectum in C, & oculus B, videt illud in I, alternato situ; ita ut si claudatur oculus dexter, desinat objectum videri in parte dextra.

In quo unum notari potest, accidere plerumque ut objectum ab uno oculo videatur valde distinctè, ab alio valde confusè. Ut in proposito exemplo, cum objectum C, ab oculo A, videatur per axem Opticum (*per 26. 1. hujus*) distinctè videbitur, cum autem ab oculo B, non videatur per axem opticum, minus distincta videbitur. Addo ulterius sæpe accidere, ita confusè videri objectum ab uno oculo, ut ad eam visionem vix præbeatur attentio, præcipuè quando in eodem loco, alter oculus objectum aliud distinctè percipit.



Restant duo hîc explicanda quomodo non tantum illud objectum, quod in uno tantum axe optico positum est, multiplicatum videatur: sed etiam alia omnia, quæ non sunt in horoptere. Sint igitur ut prius oculi A, & B, axes AC, BD. Objectum E, inter utrumque axem. Intelligatur per centrum retinæ utriusque oculi, nempe L & M, ductæ lineæ ELI, EMO, cum imago objecti E, in oculo A, sit ad sinistram respectu axis optici, & in oculo B, ad dexteram respectu axis optici, contra consuetum morem. Jam ex eo capite potest esse hallucinatio; ut quando in crucem dispositis duobus digitis ejusdem manus,



nempe AB, CD, globulum E, cum aliquo motu tangimus, ille globus geminatus apparet; q ia si digiti more ordinario extenderentur, impossibile esset, ut partes illæ B & D, quæ exteriores sunt tangerent simul, nisi duos globos distinctos atque adeo posset eo capite peti ratio hujus hallucinationis, sed adhuc habemus aliam rationem magis plausibilem.

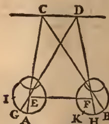
Cum radii EF, EG, vi quorum videtur objectum E, in oculis A, & B, non uniantur perfectè cum lineis per centra retinarum ductis, nempe cum ELI, EMO, sed tantisper aberrent, erroreque sit in contrarias partes; eò quòd servetur uniformitas refractionum; nempe si radius EF, cadit ad sinistram lineæ EI, verbi gratiâ, in punctum K, radius EG cadet supra punctum O ad dexteram, ut in punctum H; si ducantur per centra retinarum L & M, lineæ KLQ, HMP, (*per 5. primi hujus*) objectum E, videbitur in lineis KLQ, KMP, & quia oculus conatur se accommodare objecto E, quoad dilatationem, aut coarctationem crystallini, videbit per lineas HMP,

K L Q, objectum in eadem distantia nempe in P & Q; ergo multiplicatum.

Posset esse difficultas, quod si hoc ita se haberet, esset magna confusio nempe objectum E, in oculo A, videretur in K & I; sed sciendum est dum objecta sunt valde oculo vicina, pupillam fieri minorem, ideoque licet omnes radii, qui per pupillam transmittuntur satis perfectè uniantur, non tamen sequitur quod uniantur eum linea ducta ab objecto per centrum retinæ, quæ excluditur ab nvea quoties objectum obliquè spectatur.

Objectum verò quod propius accedit ad unum axem verbi gratia objectum N, licet sit ad sinistram utriusque axis, quia tamen est valde vicinum axi A C, & valde remotum ab axe B D, ideoque videtur obliquè ab oculo B; & satis perpendiculariter ab oculo A, eadem sequetur multiplicatio, quæ in primo casu in quo objectum in uno axe optico fuerat collocatum.

Restat ut nullus supersit in hac materia dubitandi locus, ut ostendamus nullas hujusmodi hallucinationes accidere respectu objectorum in horoptere, aut ejus planu positorum. Sint pariter



oculi A & B; axes optici AC, BC, clarissimum est quod objectum videbitur in C, eum radii omnes ab objecto C, in utrumque crystallinum incidentes uniantur in punctis A & B, immò radii CA, C B, sint etiam principales, non tantum secundum quos videtur objectum, sed etiam per quos videtur, hoc est non tantum objectum C videbitur esse in lineis A C, B C, sed etiam radii luminosi CA, CB, sunt determinativi oculorum ad videndum.

Detur aliud quodcumque objectum D, videndum, dico vel illud videndum ab utroque oculo in suo proprio loco, vel si in alieno; ab utroque oculo videndum in eodem loco, vel tandem si in maxima obliquitate videatur, ita obscurè videndum, ut tantum per nebulam. Unde in tali casu non poterit advertere oculus, an geminatum videatur necne. Sint enim centra oculorum E, F ducantur lineæ DEG, DFH, primò non erit locus illi errori de quo supra, quod imago objecti D, depingatur ad dexteram axis Optici, in uno oculo, & ad sinistram axis optici in alio oculo; sed necessariò in utroque oculo depingetur in simili parte: quia nempe punctum D, & quodcumque aliud in horoptere existens, æqualiter distat ab utroque axe nempe à puncto concursus C.

Deinde radii in utrumque oculum ab eodem objecto incidentes ferè eodem modo, inclinati sunt ad utrumque oculum, ideoque eandem refractionem patiuntur, & ex eadem parte; ergo vel uniuntur in ipsa linea per centra retinarum transeunte, vel non longè ab illa. Si primum videbitur objectum in suo proprio loco ab utroque oculo, & consequenter nullo modo erit multiplicatum, ut si objectum D uniat radios, qui ab ipso ad diversas crystallini partes ducuntur in punctis G & H; verè punctum D videbitur (*per 5. 1. hujus*) in puncto H. Si vero quia nimis sunt obliqui radii non satis perfectè uniri possunt in punctis G & H, uniantur in punctis I & K, dico illa ita distare ab invicem, ut lineæ IE, KE, quas non duxi vitandæ confusionis gratia, in idem punctum lineæ CD, incidant.

Et primò quidem si punctum D, non multùm distet à puncto C, neque lineæ GD, HD, multùm distabunt ab axibus EC, FC, & consequenter satis perfectè unientur cæteri radii à puncto D procedentes, in punctis G & H, & consequenter in proprio loco ab utroque oculo videbitur.

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Si alternatim oculi claudantur, & aperiantur quæcumque sunt in horopteris plano immota apparebunt, objecta verò extra horopteris planum sita, apparenter movebuntur.

Hæc propositio est tantùm consectarium præcedentis doctrinæ; quæcumque enim sunt in horopteris plano, in uno eodemque loco ab utroque oculo cernuntur. Ergo clauso alternatim oculo in eodem loco videbuntur, modo semper idem sit horopter; non erit autem idem, si axes Optici dum clauduntur oculi, & aperiuntur, non maneant eodem modo directi, sed mutent directionem suam, tunc enim mutatur horopter, & illius planum. Et ut verum fatear; est satis difficile quin hujusmodi motus palpebrarum refundatur in totum oculum, & mutet directionem axium Opticorum.

Secunda item pars facilè probatur. Quæcumque extra horopteris planum sunt posita, geminata apparent, & in diversis locis ab utroque oculo; ergo si alternatim claudantur, & aperiantur oculi, modò in uno, modò in alio loco spectabuntur, sed quæ hoc modo se habent, moveri videntur: ergo quæcumque sunt extra hotopteris planum, moveri videntur, dum alternatim oculos aperimus, & claudimus; quod erat ostendendum.

Addo ulterius hujusmodi hallucinationem multùm juvari, ex eo quod sæpe objectum comparatur cum partibus, & membris corporis quæ simul cum objecto videntur; ut dum spectamus objectum aliquod directè, & in axe communi positum, dum oculus dexter illud comparat cum naso, illud videt magis ad dexteram quam nasum, è contra verò oculus sinister; ergo comparativè ad nasum videbitur mutare locum, quod si compararetur cum objecto magis dissito, contrarium eveniret. Oculus enim dexter illud ad partes sinistras transfert, & sinister ad dexteras.

PROPOSITIO LXI.

Quomodo motus videatur.

Certum est primò motum per se, & immediatè, nec videri nec esse objectum oculi, cum enim locus propriè loquendo immediatè non sit visibilis, neque

neque etiam mutatio loci visibilis erit. Adde quod immediatè solus color, & lumen, sunt objecta oculorum, locus autem, & motus nihil sunt hujusmodi, ergo videri non possunt. Multi tamen modi sunt quibus vi illius impressionis, quæ fit in oculo ab objectis, motum percipere possumus, saltem motum respectivum, nempe quod objectum habeat alium situm respectivè, aut ad nos ipsos, aut ad partes universi, quas immotas credimus. Ostenditur autem motum tantum respectivè sumptum à nobis percipi: si enim totus orbis simul à Deo moveretur, nulla fieret in nostris oculis mutatio, unde talis motus nos lateret, ex quo fit, ut sit adhuc controversum, si solam rationem naturalem spectemus, an sol & astra, an ipsa terra moveatur.

Si diversæ partes retinæ immotæ, successivè ab eodem objecto afficiantur, tale objectum moveri videbitur, ut si formica immotæ manus partes successivè percurrat, & vellicet, moveri sentietur: ergo pariter si idem objectum suam imaginem in diversis partibus retinæ exprimat, cum videatur objectum in linea recta ab imagine per centrum oculi ducta, videbitur successivè in diversis locis, seu mutare locum.

Secundò ex motu oculorum. Si enim ut objectum distinctè percipiamus, seu per axes opticos, necessarius sit aliquis motus ipsius oculi, cæteris partibus corporis, aut immotis, aut saltem non sensibiliter motis; cùm nullus motus partis corporis fieri possit, quin adducantur, aut remittantur aliqui nervi, & musculorum fibræ; ideoque comprimatur, aut dilatetur; sentietur ille motus, & ex eo motus objecti percipietur.

Tertiò è contrà verò si sentientes nostrum motum videmus, aliquod objectum eodem modo oculis nostris objici, illud moveri nobiscum judicamus; ita dum ambulamus, nobiscum moveri lunam, passibusque æquis nobiscum procedere existimamus.

Quartò dum objectum diversis alicujus corporis, aut immoti, aut certè non sensibiliter moti partibus successivè respondere videmus, illud moveri judicamus.

Si corpus aliquod sub majori, aut minori angulo successivè videamus, ideoque ejus magnitudinem apparentem, aut augeri, aut minui ad nos accedere, aut recedere æstimamus. Si verò nihil horum accidat immotum judicamus.

PROPOSITIO LXII.

Theorema.

Quæ velocissimè moventur nisi sint valdè lucida nullo modo videntur.

Experientiâ constat, bombardarum globos si transversim spectentur nullo modo videri, dixi transversim; si enim spectentur secundum lineam in qua moventur, videbuntur quia diu respondent eidem oculi parti, eundemque situm respectu nostri diu retinent.

Est satis difficile hujus indubitatæ experientiæ rationem aliquam reddere, immò aliquid ab ea deduci facilè potest.

Dicunt aliqui quod obtutus debeat fieri in tempore, eò quod axis opticus singulas objecti partes percurrere debeat; sed puto non solvi difficultatem, qui enim obtutum in tempore fieri existimant, simplicem aspectum in instanti fieri asserunt. Quare esto non possit aliquis perfectissimam cognitionem illius objecti tam brevi tempore consequi, deberet tamen, uno intuitu totum videre, maximè si sub angulo non ita magno videatur, ut ejus extremitates non multum ab axibus opticis aberrent. Nam si vel per unum instans tale objectum sit in loco, unde in oculum sufficiens lumen reflectere possit, ad hoc ut sequatur visio; dùm productio luminis communiter instantanea existimetur, deberet etiam sequi visio, si autem fiat visio, quare non ab ea determinatur phantasia.

Ex eo concluderet forsitan aliquis non ineptè, admitti necessariò debere aliquam successionem, aut in lumine, aut in sensatione, & modo in alterutro concedatur, totam difficultatem evanescere. Ponatur enim visio fieri eo modo quo tactus, cum tactus fiat eò quòd, vel organum moveatur contra objectum, vel objectum contra organum, quo cum quia penetrari non potest, comprimuntur ejus partes, aut certè dividuntur. Anima autem hujusmodi compressionem persentiscit; ita & in oculo dicendum esset, nempe quod lumen per verum motum localem ad retinam usque deferatur, eamque pungat; si inquam aliquis hoc totum assereret, posset se facilè ab hac difficultate expedire.

Diceret enim consequenter luminis partes eodem ferè modo sibi invicem succedere, quo in fontium ejaculationibus, quarum priores partes subsidunt, nisi continuò subsequentium impulsu protrudantur ulteriùs, ex quo fit ut dum ad globum balista emissum, incurrit aliqua luminis pars, remittitur quidem versus oculum. Quia tamen globus prætervolat, nulla sequetur à tergo alia pars luminis, quæ prioris motum continuet; unde subsidit, illa prior neque ad oculum usque progreditur: nisi aliquantisper, aut in eodem loco motam faciat, aut saltem non ita celeriter progrediatur, ut aliæ luminis partes, per eandem non quidem mathematicè lineam, sed per eandem physicè illius motum urgeant, & contineant.

Qui nullum hujusmodi in luminis propagatione motum admittet, si tamen successionem non respuat, facilè poterit se extricare. Posset enim dici lumen non moveri localiter, sed dari in ejus productione successionem, eo nempe modo quo communis opinio, in soni propagatione successionem admittit, licèt motum localem non agnoscat; quod tamen puro satis difficile explicatu, in illis qualitatibus, quæ contrario carent, atque adeo quæ nullam habent resistentiam passi superandam. Quare quomodocúque explicetur talis successio, si tamen admitteretur, dicendnum esset quod priùs tempore in parte spatii viciniori agenti, produceretur lumen, quam in remotiori: ex quo sequitur, quod si interrumpatur, illa concatenatio antequam lumen productum sit, usque ad extremitatem sphæræ activitatis, cesset omnis actio, neque ulteriùs propagetur. Cùm ergo propter reflexionem in globo celerrimè licet moto, producatur lumen versus oculum esset, tamen hujusmodi actio antequam ad oculum usque protendatur, eò quòd amoto globo, tollatur reflexio, consequenter nulla fiet visio. Demonstrabo inferius, non ita explicari posse luminis propagationem, ut dicatur luminosum, producere lumen prope se & illud lumen productum, aliud producere, & ita cōsequenter; ita ut extremum lumen, à solo lumine vicino dependeat,

dependeat, ſed dicendum eſſe quodcumque lumen ab agente primario, & ab intermedio dependere: alioquin nulla eſſet ratio quare propagaretur tantum per lineam rectam ab agente primario ductam. Quare ſublato celerrime globo, & deſinente reflexione, interrumpitur linea reflexa, ex quo ſequitur perire lumen reflexum antequam ad oculum perveniat. Et cum ut oſtendimus primo libro, neceſſarium ſit lumen ab objecto ad oculum reflecti, ut ſequatur viſio: in noſtro caſu nulla fiet.

Qui nihil tale admittet in lumine, ad oculum recurrat, & agnoſcat in ejus actione ſucceſſionem aliquam. Si enim primò retina ſe accommodare debet diſtantiæ objecti ab oculo;ut illud diſtinctè percipiat, vel quod in idem recidit,debeat cryſtallinus coarctari, aut dilatari, prout exiget eadem objecti diſtantia, quæ cum ſine tempore fieri nequeant; ſi interea præterierit globus nulla fiet viſio.

Vel recurre ad ſpiritus qui advocari debent, ad hoc ut viſio fiat, non poſſunt autem tantâ celeritate accurrere, ut imago objecti non jam obliterata fuerit in oculo.

Quod ſi præter luminis appulſum in retina aliquid aliud à tali lumine produci velis; eandem difficultatem ſolves. Comparetur enim id quod patitur retina ab objectis, ſive medio lumine tantùm, ſive aliquæ aliæ ſpecies in ſubſidium advocentur,cum eo quod patitur ſubjectum quodcumque ſolaribus radiis, per lentem convexam tranſmiſſis, & unitis expoſitum. Non enim ſtatim, atque punctum foci attigit,aliquid ſenſibile patitur; ſed ſenſim diſponitur donec tandem comburatur; ſi lumen eſt productivum caloris.Unde nobis oculi dolent, quoties illuſtrem colorem fuerunt diutiùs intuiti. Ita etiam dicendum eſt,non ſtatim retinam aliquid ſenſibile pati, atque lumen & ſpecies ab objectis excipit, ſed neceſſariam eſſe aliquam moram licet exiguam. Neque mihi in omnem partem oculos verſanti aliud in mentem venit. Sufficiat indubitata experientia,rationes enim in hac materia ulteriores reddere potius ad phyſicam, quam ad matheſin ſpectare puto.

PROPOSITIO LXIII.

Theorema.

Quæ celerrimè feruntur ſi tamen videantur totum per quod feruntur ſpatium complere videntur.

Afferam experientias communes. Dum longior fidium chorda vehementius impulſa celerrimè vibratur, totum ſpatium ad quod ſe extendunt vibrationes occupare videntur, unde quia vibrationes ſemper minores, & minores fiunt, coarctatur ſenſim illud ſpatium,ita ut tandem intra propriam magnitudinem ſe contineat. Dum pueri accenſos titiones in orbem agitant, vident integrum circulum abſolvi.Fulgur dimidium ſæpe cœlum ſuo lumine adæquat,cum tamen ſimul in toto illo ſpatio non inveniatur, ſed ſucceſſivè illud percurrat. Ita trochorum.& rotarum celerrimè motarum partes in circulos extenduntur, & alia innumera exempla; horum quæritur ratio.

Primò quidem requiritur, ut totum ſpatium quod percurritur ſit tale, ut totum ſimul ab oculo luſtrari poſſit, ſi enim pars ejus tantùm aliqua ſub aſpectum caderet, difficile eſſet, ut tale objectum videretur. Hæc communiter ratio affertur, Tempus breviſſimum à nobis ſenſibiliter dividi non poteſt, ita ut differentia inter utrumque ab ullo ſenſu,aut externo, aut interno facilè percipi non poſſit, ita dum alias experiri vellemus, interea dum certam ſemivibrationem abſolveret ſuſpendulum trium pedum, quot pedes percurreret lapis, per lineam rectam decidens, mirum quanta requireretur attentio, ut diſtingueremus quinam ex his motibus priùs abſolveretur; licèt utrumque corpus tinnitum ederet. Sed breviſſimum tempus, & à nullo ſenſu diſtinguibile in duas partes,ad ſenſum diviſibile non eſt in partes priores,& poſteriores, quòd verè diviſibile non eſt in partes priores, & poſteriores, illud ad ſenſum totum ſimul eſt,ſed motus illius mobilis, quo ſucceſſivè invenitur in toto illo ſpatio, eſt indiviſibile in partes priores, & poſteriores, cùm tempus in quo illæ partes motus exiſtunt ſit ita indiviſibile; ergò ſimul ad ſenſum illud mobile videbitur in toto illo ſpatio.

Sed ni fallor hæc ratio petit principium, & ignotum per ignotius explicat,quæram enim,quare ſenſus non poteſt diſtinguere inter partes priores temporis, & poſteriores, cum enim tempus ex Ariſtotele, ſit numerus motus ſecundum priùs, & poſterius,eſt idem dicere me non poſſe diſtinguere inter partes priores, & poſteriores ac inter partes priores,& poſteriores motus. Quod dicitur de auribus,eandem puto continere difficultatem, atque adeò non eſt reſpondere,idem aliis vocibus explicare, aut unam difficultatem ad aliam majorem traducere.

Ut hunc nodum extricem. Dico eam impreſſionem, quæ fit in oculo ab objectis, non eſſe ita inſtãtaneam,ut perſeveret tantum per inſtans,ſed neceſſariò aliquandiu perdurare,cujus aſſertionis primò affero in alio ſenſu experientiam ſatis ludicram veram tamen; Vidi ego aliquando puerulos inter ſe colludentes, & ſponſione inter ſe certantes, nempe unus alteri ſpondebat aliquid,ſi aſſem quẽ fronti ipſius impreſſiſſet quocumque motu capitis, aut etiam ſaltu excuteret,modò tamen nec manum adhiberet, nec ad alia corpora frontem affricaret. Applicatus eſt potentiſſimè, & diu aſſis ille, ſpecie quidem ut fronti adhæreret,qui tamen ſublatus eſt,relictamque ſolum illius veſtigium,altius impreſſum, mirabar deluſum puerum, diu caput agitare in ſcamna,& menſas aſcendere,& deſilire, ut eo ſaltu adhærens(ut putabat)aſſis decuteretur. Ex quo cõcludo quamdiu permanſit impreſſum in fronte,aſſis veſtigium,tamdiu perſeveravit ea ſenſatio,quâ aſſem illum tangebat:ergo etiam in tactu hoc habemus, quod objectum abſens tangere, ut ita dicam palpare poſſimus; ſi nempe reſtet ea conformatio, & compreſſio, partium,quam in organo corpus illud produxerat.

Affero item aliam experientiam, Vidi aliquos, qui nimis diu ſolem in Eclypſi oculo nudo ſpectaverant, qui poſt menſem integram ſolem flavi alicujus coloris ſibi obverſantem continuò viderent; ſed poteſt etiam ſine periculo talis experientia fieri. In feneſtræ alicujus foramine, depingatur figura quælibet,ut crux coloris præcipuè illuſtris, ut rubei, clauſoque undique cubiculo, oculum in hujuſmodi crucem defige, perſeveretque obtutus in hujuſmodi objectum defixus, aliquandiu. Claudatur oculus videbitur adhuc idem objectum, & primò eundem colorem retinebit,deinde ſenſim in flavum degenerabit, viridem referet,

&

& ita deinceps. Addo insuper quod etiam aperta fenestra simul cum aliis objectis crux illa videbitur, in singulis quasi corporibus impressa. Et hanc experientiam si communia tantum admittuntur principia vix puto satis explicari posse; si enim species, ut vocant visibiles sunt fluxæ naturæ, talemque habent à suis objectis dependentiam, ut ab iis conserventur, quomodo in tali casu, iis amotis conservabuntur. Cur necessarius fuit diuturnior aspectus, neque enim ad specierum visibilium productionem requiritur ullum tempus, neque melius ex diuturniori perseverantia in eodem subjecto radicantur; recurrendum igitur erit ad concursum spirituum per nervum opticum in hujusmodi partem confluentium, & eam figuram inducentium; sed neque hoc modo effugies nisi ad aliquod aliud principium recurras; quo facilè propositæ quæstioni fiat satis. Quæro enim an hi spiritus sint visibiles, possintque aliquandiu determinare oculum ad visionem alicujus objecti extrinseci, etiam sublatis omnibus speciebus. Si semel hoc admittatur, soluta est quæstio prius proposita, nempe rationem invenimus, cur quæ celerrimè feruntur totum spatium occupare videantur. Cum enim ut hac experientia constat, ad locum retinæ in quo fit visio objecti illustris, accurrant spiritus qui eandem visionem, etiam sublata omni ejus actione continuent, interea dum objectum movebitur ad sequentes spatij partes, videbitur tamen etiam esse in partibus antecedentibus; ergo simul totum illud spatium occupare. Quod explicandum erat.

Recurrent alii ad naturam luminis, & specierum, asserentque tantam non esse eorum dependentiam ab agentibus primariis, ut iis sublatis continuò desinant. Experientiam aliam afferunt lapidis Bononiensis qui lumen ita ebibit, ut per aliquod tempus illud retineat. Invenitur enim in agro Bononiensi lapis tantisper perlucidus, qui si radiis solaribus aliquandiu exponatur, deinde intra clausum cubiculum deferatur; aliquid lucis emittit, quæ sensim tandem evanescit. Ex eo autem principio poterit solvi præsens difficultas: nam si lumen aut species tantam non habeant dependentiam à suis objectis ut non aliquantisper perseverent; igitur species illa, & lumen ab objecto præcipuè illustri emissum in oculum, interea dum primas partes spatii percurrebat, illud in eodem loco repræsentabit, etiam dum posteriores spatii partes attigerit: ergo in toto simul spatio videbitur.

Restat ut id explicem in opinione quæ apud recentes physicos est satis communis, non ut me illi addicam, sed ne aliquid huic nostro operi deesse videatur: miraberis, forsitan quod sæpe in rebus physicis non satis clarè opinionem aperiam, nec dicam cui subscribam.

Facilis est responsio, Mathesis scientia est, quæ ab opinione dependere non debet, ne opinionis incertitudinem participet: quare ejus conclusiones, eædem perseverare debent, cuicumque tandem in rebus physicis te opinioni addicas; immo omni opinioni tuendæ perutilis est, nonnunquam tamen aliquibus magis favet, quam aliis, aliarum item falsitatem detegit. Hunc morem ut plurimum secutus sum in Theologia, ut quantùm fieri posset eam à philosophicis tricis independentem redderem, ne res ita sublimes, & ad fidem & Deum pertinentes, indecoro addicerem servitio. Eundem & in hoc opere morem servabo quantum fieri poterit, omnique opinioni Mathesim nostram accommodabo. Si quando tamen accidat, ut ex nostris principiis infringatur aliqua opinio, non dissimulabo, nec plus roboris unquam argumentis nostris tribuam, quàm verè in se obtineant, ut sincero animo, & ex veritatis studio egisse videamur.

Quare explicanda est hæc assertio, & accommodanda opinioni, quæ ut dixi satis inter recentiores physicos communis est. Hæc autem visum cum Aristotele speciem quandam tactûs esse existimat, lumenque corpus aliquod subtile, quod facilè omnium corporum opacorum à quo reflectitur figuræ se accommodat, eamque induit; unde ubi ad retinam valde tenuem, & flexibilem pervenerit, eam per motum suum localem impellit, eique quam habet objectorum figuram ad modum sigilli imprimit. Hæc figura quamdiu perseverat, tamdiu & illius objecti visio; communiter tamen amoto objecto obliteratur, quia non est altius impressa, ideoque à superveniente alio lumine, aliam figuram induere retina cogitur. Si tamen illustrius sit objectum, ideoque potentius, & quod majore vi, & violentia, immò densiores radios in retinam emittat, altius defigitur hæc objectorum imago, & figura; profundiusque hujusmodi characteres inuruntur; ex quo fit ut à superveniente impressione obliterari non possit. Facilè item explicatur quomodo sensim alium colorem languidiorem induat, nempe cum retina vi propria, & quasi aliquo modo elastica, se ad statum connaturalem reducit, & ut ita dicam complanatur; languescit hujusmodi impressio, immò in multis mutatur, & alteratur. Sume exemplum in charta madefacta cui sigillum impressisti, cum hac impressione aliquæ ejus partes compressæ sint, aliæ verò plus æquo dilatatæ, non complanabitur hæc charta, nec amittet hujusmodi quin multi fiant quasi sinus, & anfractus, & omninò diversi ab iis qui per primam illam impressionem in ea fuerant producti. Quod explicatem similitudine aliqua; solent incisores æris variè laminas incidere, ut imaginem aliquam efforment, aliquando lineis in longum tantum ductis, aliquando transversim etiam actis, unde est aliqua diversitas in imagine. Eadem proportione servata, asserunt in radiis luminis inveniri densitatem, prout à variis coloribus reflectuntur quam diversitatem experitur ipsa retina: ponamus autem, exempli gratiâ, radios luminis à colore rubeo remissos, ita dispositos esse, ut punctuatim procedant, & punctuatam in retina imaginem exprimant. Dum retina se ad proprium, & connaturalem statum reducit, necessarium est, ut singulæ cavitates punctuatæ sinum aliquem faciant, & quasi in longum ex aliqua parte abeant, ergo quæ prius punctuata erat imago jam ex lineolis constabit; ergo alius color repræsentabitur, atque alius deinceps, donec tandem perfectè retina complanetur.

Putant etiam se rationem reddere, quare dum comprimitur oculus; apparet aliqua lux in regione opposita, immò dum alicui alapa infligitur, videntur emicare scintillæ. Cum enim non possit, aut comprimi oculus, quin etiam alicubi corrugetur retina, & sinuetur, eodem modo patitur, quo ab radiis luminis pateretur, si in illam inciderent; ergo debet videre, aut scintillas emicare in parte opposita. Sed quidquid sit de ea opinione, suas enim habet difficultates inferiùs explicandas; certum est in ea bene explicari posse propositionem nostram, nempe quod objecta, præcipuè vero illustria, celeriter mota totum spatium occupare videantur,

eô enim imago objecti non obliteretur in instanti; sed aliquandiu perseveret, debet necessariò objectum videri in prioribus partibus, etiam interea dum posteriores decurrit. Ergo & totum spatium occupare.

Ex quo sequitur, ea quæ circulariter celerrimè moventur, suaque vestigia relegunt, videri quiescere, cum enim ea quæ diximus celerrimè mota, totum spatium, per quod moventur, occupare videantur, corpus illud occupare videbitur totum circulum, quem peragrat. Quod autem semper eundem circulum occupat non movetur, ergo quod circulariter movetur, quiescere videbitur, ita puerorum Trochi etiam ab iis quiescere dicuntur, & dormire.

Sequitur etiam ex eo anfractuosum corpus multis exasperatum lacunis, complanatum videri, si celerrimè moveatur in orbem. Cum enim quælibet pars in toto circulo appareat, latere hujusmodi lacunas, & scabities necesse est, ita dum torno aliquid elaboratur, perfectè politum existimamus opus, interea dum celerrimè volvitur, quod ubi re vera quiescit, imperfectum esse deprehenditur.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

Navigantibus navis stare & littora moveri videntur.

Experientia clarissima est, & quam nullus negare potest. Præcipuè verò dum uno tenore, aspirante vento, fertur navigium, ratio autem est, quia motus per se, & immediatè sensibilis non est, præcipuè verò ille motus, quo simul cum aliis corporibus deferimur, ita ut nulla fiat in ullo corporis membro compressio; ergo ex nullo capite dignosci potest navigii motus. Quæ verò successivè diversis partibus retinæ, aut quæ ita oculis objiciuntur, ut necessarius sit aliquis oculorum motus, ut semper spectentur per axem opticum; ea inquam moveri videntur, (*per prop. 58. hujus*) & littora, & aqua restagnans ita se habent; ergo moveri videbuntur. Quod est clarissimum ex superioribus.

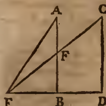
PROPOSITIO LXV.

Theorema.

Si duo mobilia æqualiter moveantur, quod longiùs ab oculo distat minus moveri videbitur.

Sint duo mobilia D & B, spectata ab oculo E: quæ æqualiter eodem tempore moveantur, & per lineas eodem modo oculo objectas, Sitque mobile B vicinius, & D remotius. Dico quòd mobile B videbitur majus spatium confecisse, quàm mobile D. Moveantur enim ita ut AB, CD sint æquales, ducantur radii CE, AE.

Demonstratio. Quoniam AB, CD supponuntur parallelæ ut eodem modo oculo E objiciantur, (*per 4. 6.*) erit ut EB ad BF, ita ED ad CD. Sed prima EB minor est tertia ED, ergo BF minor erit quam CD (*per 14. 5.*) ergo AB major erit quam BF. Unde angulus AEB sub quo videtur AB, major erit angulo BEF, aut CED, sub quo videtur linea CD ergo (*per 3. axioma hujus*) CD spatium confectum à mobili D remotiori minus videbitur spatio AB, confecto à viciniore, ergo B videtur confecisse majus spatium quam D.



Quæ propositio vera est in omni sensu; hoc est si aliter disponerentur illa spatia decursa, magnitudines enim æquales eodem modo oculo propositæ, ita se habent, ut quæ vicinior est, major appareat. Unde possent facilè revocari illæ omnes propositiones, quas fecimus de magnitudinibus, & applicari spatiis decursis.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur quod eorum quæ æqualiter moventur, quæ sunt remotiora, videantur à tergo relinqui, ut in opposito exemplo, etiamsi mobile æque fuerit motum ac mobile B, videtur tamen non ita processisse, boc est à tergo relinqui.

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

Quæ celerrimè moventur in maxima distantia quiescere videbuntur.

Hic afferimus rationem quare astra licet celerrimè mota, quiescere tamen videantur, cum enim eò minus fit apparenter spatium quod percurritur à mobili, quò fuerit magis distans, & astra tanto intervallo distent, insensibile est illud spatium quod percurritur aliquo tempore valde parvo. Ratio horum petitur ex eo quòd quamcumque magnitudinem metiamur ex angulo sub quo videtur; sed angulos sub quo metimur spatium decursum ab astro aliquo, intra minutum verbi gratiâ, est insensibilis; igitur & magnitudo illi respondens. Adde quod licet de facto hujusmodi mobilia mutent locum, nôn tamen intra breve tempus quale est illud, quo instituitur comparatio; nulla est sensibilis mutatio, ideoque quæ tardissimè moventur, ita se habent respectu oculi, ac si non moverentur, videntur quidem esse, mota; non tamen moveri videntur; quia in nullo tempore quod propter brevitatem per modum unius sumi possit, mutant sensibiliter locum. Ita horologiorum solarium umbras, vel automatorum indices, moveri non videmus, plantas, aut pueros augeri, & crescere non videmus. Opus igitur est ut incrementum illud notetur, comparatione cum temporibus dissitis longo satis intervallo, ut differentia aliqua sensibilis exurgat; hæc

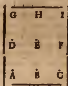
hæc autem ad memoriam potius intellectualem, quam ad phantasiam, aut sensum communem pertinent.

PROPOSITIO LXVII.

Theorema.

Inter ea quæ moveri videntur, ab aspicientis motum, propinqua magis moveri in contrarias partes videntur, quam remota.

Sit oculus A delatus successivè in B C sintque objecta D, E, F, viciniora, & G, H, I, remotiora, dico magis videbuntur moveri objecta DEF, quam GHI.



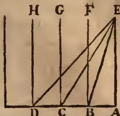
Demonstratio. Quando oculus delatus ex loco A, in locum B, objectum D videbitur percurrisse spatium DE, cum enim responderet oculo in A existenti, & jam punctum E eidem oculo respondeat, nec animadvertatur motus ipsius oculi seu aspicientis; punctum D videbitur percurrisse spatium E D, pariter punctum G, percurrisse spatium GH, sed spatium GH apparenter minus est spatio AB; ut jam sæpè ostendimus; ergo objecta remotiora minus moveri videbuntur, quam vicina. Ex quo fit ut planities moveri in orbem videantur, cum enim objecta remota minus moveri cernantur, quàm viciniora, fingimus quasi punctum aliquod immobile circa quod reliquæ partes moveantur. Nam cum linea DG, objiceretur oculo valde perpendiculariter, oculo verò posito in B, objiciatur obliquè, ita ut punctum G, minus motum existimetur, oculo verò posito in C adhuc magis obliquè exhibeatur; eodem semper puncto G, minùs moto, fingitur per imaginationem aliquod punctum ultra G quod adhuc minus moveatur.

PROPOSITIO LXVIII.

Theorema.

Oculo moto, & advertente ad suum motum, objecta proxima immota videntur, & remota in easdem partes moveri.

Dum aliquis movetur & verè percipit suum motum, eò quòd illum producat, & insudet in producendo; aut aliqua alia ratione illum motum sentiat; si objectum aliquod illi eodem modo proponatur, ita ut eundem situm respectu illius objecti obtineat, judicat illud objectum secum moveri, eodem motu; sed quò objectum est remotius, eò minus mutatur situs quem habent ad invicem, immò tanta potest esse distantia, ut situs ille non mutetur sensibiliter; igitur objectum remotum moveri videbitur, eodem nempe motu, quo movetur ille qui respicit; & in easdem partes.



Sit nempe aliquis qui moveatur secundùm lineam ABCD, illique existenti adhuc in A, respondeat ad dexteram objectum E, si interea dum progreditur hic homo ab A in B, eodem prorsus modo videret objectum E, nempe in linea respondente ad angulos rectos viæ qua progreditur, deberet objectum E moveri ab E in F, & ex F, in G & ex G in H, neque potest hoc accidere, quin videatur moveri eodem nempe motu, quo ipse progreditur à puncto A in B, & à B in C, D. Si enim immotum supponatur punctum E, debebit illud videre post se per angulum ABE, ita ut videatur deficere à perpendiculari secundùm angulum FBE, & dum pervenerit in punctum C, secundùm angulum GCE, sed objecta valde remota non sensibiliter deficiunt à perpendicularibus; igitur videbuntur moveri eodem motu. Sit enim luna in puncto valde distante: si ex A, B, C, D ducantur lineæ ad lunam; erunt omnes sensibiliter perpendiculares, cum sint sibi invicem parallelæ: ergo in toto illo itinere eundem servabit situm respectu progredientis, sed objectum quod eundem servat situm respectu progredientis, & percipientis suum motum, moveri videtur eodem motu; ergo luna & quodcumque aliud objectum dissitum, moveri videbitur simul cum progrediente.

PROPOSITIO LXIX.

Theorema.

Si corpus tenebrosum moveatur prope lucidum; lucido motus tribuetur.

Experientia non est difficilis si de nocte nubes ferantur in austrum, lunamque prætergrediantur, videbitur luna in septentrionem ferri, & nubes stare. Et primò quidem propter circumfusas undique tenebras, non possumus aliud corpus advocare in subsidium, ut per comparationem ad illud dignoscamus quodnam ex his moveatur; quia autem luna potius oculum ad se rapit, quàm nubes, cum sit corpus lucidum, nubes verò opacum & tenebrosum potius etiam illi motus tribuitur quàm nubibus. Cum enim axis opticus soleat sequi corpora, quæ moventur, & per comparationem ad alios terminos, quos per alios radios imperfectè, & magis confusè videt motum illorum metiri. Pariter cum luna ut lucidior magis moveat oculum, & connaturaliter obcurat

obtutus defigatur in objectum potentius, videamusque majorem fieri distantiam illius axis optici à nubibus, judicamus potiùs lunam moveri quam nubes. Quod si accidat ut in ipsas nubes obtutum defigamus evanescit illa fallacia.

Posset etiam dici id oriri; eò quòd nubes majores appareant, quam luna, ex duobus autem facilius judicamus illud moveri quod minus est quam quod majus est.

PROPOSITIO LXX.

Theorema.

Qui in orbem aliquandiu moti sunt, omnia in orbem moveri vident.

Hæc fallacia quæ accidit ex motu corporis circulari, universalior est, sequiturque ex aliis motibus diuturnioribus. Ita qui diu navigaverunt, ubi terram attigerunt omnia eodem motu agitari vident, quem in mari passi sunt; & hæc non tantum in oculis fallacia; sed etiam communis toti corpori; ita ut sedendo motum navigii percipiant. Quæritur hujus rei ratio. Scio communiter tribui spiritibus animalibus, qui ubi in orbem concitati sunt, non ita facilè quiescunt etiam cessante causa impellente, similitudo deduci potest à liquore in vase contento, qui si ex motu vasis, motum circularem concipiat, non propterea statim quiescente vase motum omnem amittet. Fateor me in hac materia duplicem pati difficultatem, prima pertinet ad motum hujusmodi spirituum, cum enim in solis nervis spiritus animales contineantur, nervi autem sint oblongi & cavitatem habeant exiguam, non satis video quomodo tamdiu continuari possit ille motus. Deinde etiam concesso tali motu non bene video quomodo motum eundem objectis apparenter affundere possint; neque enim cogitandum est, in hujusmodi spiritibus objectorum imaginem imprimi, quam secum deferant, & ex eo imaginis motu moveri objecta videantur. Neque enim in ipsis fit visio, esto requirantur ad visionem; credibile tamen est fieri in ipsa retina aliquem motum, qui cum non animadvertatur, successive tamen diversæ illius partes objectis applicantur, idemque ferè ab iis patitur, ac si reverà objecta moverentur.

PROPOSITIO LXXI.

Theorema.

Tessellatas imagines construere.

Ne aliquid Opticæ nostræ deesse videatur, aliqua problemata proponam, ex superioribus principiis dependentia, præcipuè verò ex iis, propositionibus quæ asserunt, dum judicare de distantia non possumus, quæcumque videntur per eandem fere lineam, conjuncta apparere, hoc habet propositio 35, item unum oculum de distantia non judicare posse. Unde quæcumque hîc proponimus, uno ut plurimum oculo spectari debent, & ex determinato situ, & loco, immo ut facilior sit hallucinatio per foramen satis exiguum, ne alia corpora videantur; & per comparationem ad illa, aliquod certum feratur de distantia judicium. Occurrunt primò tessellatæ imagines. Habeantur ergo, duæ imagines omnino disparatæ, quæ in duabus faciebus alicujus tabellæ valde tenuis depingantur, dividatur tabella in parallelogramma, quorum longitudo sit eadem quæ tabellæ; latitudo verò unius circiter semidigiti, aut octo linearum, sumatur alia tabella plana etiam depicta, cui agglutinentur ad angulos rectos hujusmodi parallelogramma oblongiora, sitque intervallum inter utrumque æquale latitudini unius parallelogrammi vel etiam paulò major. Ut verbi gratiâ, tabella ABCD in qua sit depicta imago, dividatur in quot volueris parallelogramma AEFD, & alia ipsi æqualia, sit etiam depicta ex alia parte. Ne tamen pingatur ante divisionem, alioquin præpostero ordine procederet. Nam si tota per modum unius obverteretur tabella, ABCD, parallelogrammum ADFE, quod positum est ad sinistram respicientis, inveniretur secundum aliam faciem ad sinistram, quod non debet; sed dum altera facies depingitur, maneat semper tale parallelogrammum ad sinistram, & ita de aliis consequentibus. Parallelogramma ex quibus constat tabella ABCD, ita disponantur supra tabellam GHIK item depictam, ut intervallum inter utrumque sit æquale aut paulò majus, quàm singulorum latitudo: sintque perpendiculariter erecta ad tabellam GHIK, dico factum esse quod propositum est. Si enim directè respicias tabellam GHIK; videbitur imago in ipsa depicta, vix impedientibus parallelogrammis. Supponimus enim ea esse tenuia, & minimam habere crassitiem. Si verò obliquè eandem tabellam respiciamus; ea tantùm videbuntur quæ depicta sunt in superficiebus, verbi gratiâ sinistris parallelogrammorum, oculo non advertente distantiam, quæ inter utrumque intercedit (*per 35. hujus*) sed ea quasi unientе. Pariter dum obliquè intuebitur & ex alia parte; videbit aliam imaginem videbit, igitur triplicem in una tabella videbit imaginem.

Fateor tamen si res ad mathematicam præcisionem exigatur inesse aliquid erroris, eò quòd prima parallelogramma, si distita sint æquali intervallo ab invicem, minus congruent quam ultima.

tima. Nam si oculus A spectaret imaginem tessellatam BC, deberet primum parallelogrammum



BD esse latius quam EF, ut linea ducta per D perveniret præcisè in punctum E, & ducta ex A per F attingeret punctum G. Unde deberet esse aliqua inæqualitas, vel in parallelogrammis, vel in intervallis.

Deinde prima parallelogramma nimis obliquè



spectantur; ideoque deformatur aliquantisper imago, in iis depicta.

Unde alii non tres imagines depingunt; sed tantum duas, disponuntque parallelogramma, ita ut angulum circiter graduum 60, comprehendunt. Ut vides expressum in figura HI. Tunc enim magis directè spectantur.

Verum tamen modò respiciantur hujusmodi imagines ex sex aut septem passibus satis bene procedunt, fiunt enim lineæ sub quibus videntur physicè parallelæ, neque in istis rebus requiritur præcisio mathematica; sed tantum physica: difficile tamen non esset omnia ad præcisionem exigere.

Possent autem adhuc plures imagines hoc modo disponi, si præter hujusmodi parallelogramma verticalia alia disponerentur horizontaliter.

Quod dixi de parallelogrammis, de quibuslibet etiam corporibus intelligendum est, ita enim explicandus est color aliquorum pannorum, quos mutabiles vocamus, eò quòd, pro vario situ mutent colorem, columbarum colores ita sæpe explicari possunt.

Ita etiam complicari possunt librorum folia ut certo modo disposita unam imaginem referant, & alio modo complicata aliam ostendant.

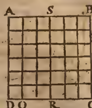
Item in longo ordine columnarum obliquè spectato, depingi possunt, quorumcumque objectorum imagines. In laquearibus, gradibus & quibuscumque corporibus irregularibus, ita ut ex certo & determinato loco, ex quo distantia corporum irregularium animadverti non possit, omnia suo ordine digesta appareant.

PROBOSITIO LXXII.

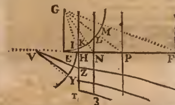
Problema.

In plana superficie, imaginem difformem delineare, quæ ex certo & determinato loco, omnibus suis partibus absoluta videatur.

Licet ex Perspectivæ regulis id facilè perfici possit, si nempe punctum principale satis longè ab objecto statuatur, punctumque distantiæ supponatur valde vicinum, necessariò sequetur aliqua deformatio in imagine, nisi ex certo & determinato puncto spectetur, aliter tamen perficietur.

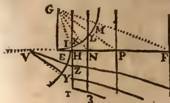


Primò habeatur prototypus delineandus bene, & ex arte compositus, qui dividatur in parva quadrata ut vides in figura ABCD. In superficie autem plana in qua deformandam suscipis eam imaginem, ducatur linea EF ad quam ex puncto E duces perpendicularem EG, & quo minor erit



EG, eò difformior erit imago. Sumatur linea EH repræsentans lineam DO, illi sit æqualis aut inæqualis, parum interest. Ducatur linea GH, fiatque ex G ut centro intervallo quocumque arcus EM, secans lineam GH in puncto I. Sumantur continuò arcus IK, KL, LM æquales arcui EI, ducanturque GKN, GLP, GMF, lineæ EH HN, NP, PF videntur sub æqualibus angulis, igitur si distantiæ nulla ratio habeatur, ut hic nulla haberi debet (*per* 3. *axioma hujus*) oculo posito in G apparebunt æquales. Supponatur linea EF repræsentare lineam intermediam RS & puncta H, N, P, F divisiones ejus, quæ sunt æquales sicut lineæ EH, HN, NP, PF apparent æquales. Per puncta H, N, P, F ducantur perpendiculares illæ, repræsentabunt lineas prototipi horizontales. Jam illæ dividendæ sunt in apparentias æquales. Dividatur prima nempe HT hoc modo: Sit lineæ HV æqualis lineæ HG, & ex puncto V, ut centro intervallo GI fiat arcus, in quem transferantur arcus EI, IK, nempe in Z, Y, &c. ex V ducantur lineæ occultæ VZ, VY, quæ secabunt lineam HT, in apparentias æquales apparentiis HN, NP, cùm videantur ex puncto V, & consequenter ex puncto G sub angulis æqualibus. nam tam linea GH est perpendicularis ad HY quam linea VH, cum enim linea GE sit perpendicularis ad planum subjectum (*per* 18. 11.) omnia plana per ipsam ducta quale est planum GEH erunt recta ad idem planum, ergo (*per* 4. *def.* 11.) linea YH perpendicularis ad communem sectionem

nem EH, erit etiam recta ad planum GHE, ergo (*per 3. def. 11.*) erit perpendicularis ad GH; quare punctum V, erit similiter dispositum respectu lineæ HY ac punctum G, & ostenderem facilè quod si in plano GHY, in puncto G constituerentur quilibet anguli, æquales illis qui constituuntur in puncto Y, easdem divisiones darent in linea HY. Igitur divisiones lineæ HY sunt apparentiæ æquales lineis EH, HN, NP. Eodem modo divides lineam N3, assumendo lineam æqualem lineæ NG, & operando respectu lineæ N3, ut operatus es, ex puncto V respectu lineæ HY. & ita de cæteris. Ita invenies divisiones sibi respondentes, si ducas lineam curvam habebis quadrilatera deformata, in quæ si pingas partes imaginis respondentes singulis quadratis prototypi, erit imago deformis, quæ si respiciatur ex puncto G perfecta apparebit. Debet autem linea GE esse recta ad planum imaginis; immo ut oculus facilius hallucinetur debet in eo puncto G esse lamina perforata, ut dum oculus per foramen respicit, non aberret à proprio & destinato loco, & ut minùs ad interjecta corpora, ex quibus distantia innotescere posset attendat.



PROPOSITIO LXXIII.

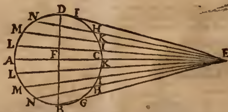
Problema.

In superficie convexa globi imaginem deformatam delineare.

Habeatur primò prototypus circularis, bene & ex arte delineatus. Ejus externus circulus in quot



volueris partes dividatur; verbi gratia in duodecim. Ducanturque totidem diametri ad centrum, quarum una dividatur in quot volueris partes æquales, & per singulas divisiones ducantur circuli ex centro.



Sit circulus ABCD æqualis maximo circulo sphæræ, sitque illius diameter BD, sit CE distantia ex qua spectandus sit talis globus. Ducatur per centrum linea EF, secans circulum in C & A. dividatur linea BD, in tot partes æquales in quot divisæ sunt diametri prototypi & ex puncto E, ad singulas divisiones, ducantur lineæ rectæ. Quæ secabunt circumferentiam convexam in punctis GH, IK &c.

Si in superficie convexa propositi globi sumatur punctum aliquod, quod debeat respondere perpendiculariter oculo, & ex eo puncto ut polo intervallis CK, CI, CH, CG circuli ducantur, paralleli inter se. Tum etiam ex eodem polo, descripto maximo circulo & diviso in 12 partes æquales. Ducantur maximi circuli se intersecantes in eodem polo. Habebitur figura in globo quæ ex distantia CE, perpendiculariter visa, eodem modo apparebit ac protypus. Nam circuli singuli se intersecantes in polo, quia directè videntur apparebunt ut lineæ rectæ (*per 40. huius,*) parallelorum distantiæ visæ sub eodem angulo, sub quo videntur divisiones æquales lineæ BD apparebunt eodem modo ac ipsæ lineæ æquales; ergo habebitur figura deformata quæ ex loco determinato eodem modo apparebit ac ipse prototypus.



Si verò quis vellet in hemisphærio concavo idem præstare: Primò circuli maximi ducendi essent se intersecantes in puncto medio nempe A, similiterque illi apparerent ut lineæ; paralleli verò ducerentur ex eodem polo intervallis AL, AM, AN, & tunc distantia ex qua videri deberet, esset AE, sed in his duobus difformitas non est magna nisi in extremitatibus; ideoque quæ majorem habens

bent deformitatem si immutentur (ut sunt vultus hominum) non in medio, sed in extremitatibus sunt delineanda.

PROPOSITIO LXXIV.

Problema.

In superficie convexa cylindri imaginem deformatam delineare.

In superiori figura sit cylindrus cujus diameter BD, debeatque spectari ex puncto E, dividatur diameter BD in quot volueris partes æquales, ducãtque per divisionum puncta lineis rectis, habeantur in circumferentia basis cylindricæ puncta C, K, I, H, G, per quæ agantur lineæ verticales, seu parallelæ axi. Dividatur item una hujusmodi linea verticalis in partes æquales, & per divisionum puncta ducantur circuli basi cylindri paralleli. Fiet ex his circulis & lineis verticalibus intersectio, generans quadrilatera, deformata, in quæ si transferantur quæcumque inveniuntur in similibus quadratis prototypi, perfectum erit opus. Debet autem prototypus esse divisus in quadrata, sicut in propositione penultima.

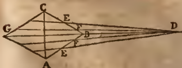
Non erit dissimilis methodus deformandi imaginem in concava superficie cylindri, utendo punctis ALMN superioris figuræ. Cætera verò eodem modo perficiuntur. Si oculus E sit satis dissitus, sufficiet ducere circulos parallelos basi, si tamen valde propinquus, satius esset ducere Ellypses, in quarum plano oculus existat; quæ non persequor exactius quia imagines in hujusmodi superficiebus non sunt multum deformes.

PROPOSITIO LXXV.

Problema.

In superficie convexa coni, imaginem deformem delineare.

Sit conus cujus triangulum per axem ABC, sit basis coni diameter A C, divisa in partes æquales.



Statuatur oculus in D, & ad singulas diametri divisiones ducantur lineæ ab oculo D, secantes latera trianguli in punctis E & F per quæ ducendi sunt circuli paralleli basi coni. Dividatur pariter circumferentia circuli qui est basis coni in quotcumque partes æquales, & à singulis divisionum punctis ad apicem coni ducantur lineæ rectæ. Hæ cum circulis prius ductis formabunt quadrilatera mixta respondentia prototypo propositionis.

Si imaginem deformare velles in concava superficie coni, aliter proponetur oculo D triangulum per axem, nempe eo modo quo oculo D, triangulum AGC. Cætera sunt facilia, & eodem modo peraguntur.

PROPOSITIO LXXVI.

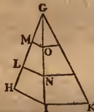
Problema.

In pyramide quadrilatera, imaginem deformem delineare.

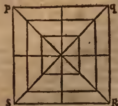
Sit pyramis quadrilatera, sitque unum ejus triangulum diagonale ABC propositum per apicem oculo D. Dividatur diagonalis AC in partes æquales, & per singula divisionum puncta, ducantur lineæ rectæ ad oculum D, secantes latera



AB, CB in punctis E, F. Singula latera pyramydis dividantur eo modo, quo divisa sunt latera AB, AC, hoc est latera GH, GI, GK, similes habeant divisiones, in M & L per quæ ducantur MO, LN.



Demonsttatio istorum omnium pendet ex superioribus, nempe quod unus oculus distantiam advertere non possit, atque adeo si spectetur pyramis per verticem, videbitur pyramis ut quadratum, & latera, GH, GI, GK coincident cum diagonalibus quadrati. Quo artificio alias hujusmodi deformationes peragere poteris, &



imagines difformes in variis superficiebus delineare, quæ ex certo & determinato loco visæ, conformes prototypis appareant.

Sed hæc sunt facilia quibus diutiùs immorari non libet.

OPTICÆ LIBER TERTIUS.

De propagatione Luminis.

DIGRESSIO PRIMA. PHYSICA.

Quid sit Lumen.

QUAMVIS ea quæ pertinent ad naturam luminis non sint instituti nostri, nec considerationis Mathematicæ, liceat tamen non aliquid in ea materia definire, quod longiorem disputationem requireret, sed saltem varias opiniones referre, ut ex illarum consideratione aliquid in rem nostram saltem explicationis causâ deducere possimus.

Aristoteles definit lucem, actum perspicui quatenus perspicuum, in quo lucem paulò majorem, in explicanda luce jure quis desideret. Patet autem Aristotelem ut meliorem ejus vocibus sensum tribuamus, quem pati possunt, lucem in sua natura non definivisse, sed tantum prout concurrit ad visionem, ita ut sensus illius sit, esse perfectionem, quâ ea quæ sunt potentiæ visivæ objecta, fiunt actu & quasi proximè perspicua, & clara omnibus. Seu est illa perfectio, nomen enim actûs perfectionem significat, quâ aliquid proximè redditur actuale potentiæ visivæ objectum. Neque enim (ut aliqui explicare voluerunt) puto per has voces perspicui, indicare voluisse diaphanum, nempe quod lumen sit illa perfectio, quæ in diaphano solo recipitur, manifesta enim esset inconsequentia, si lucem in ordine ad diaphanum cujus natura luce obscurior est definiret. Cum alites diaphanum non definiat; nisi illud quod luci aditum non denegat: meliùs consultum Aristoteli volo, quàm ut asseram ipsum definiisse lucem, perfectionem diaphani peculiari modo; id est quæ ut recipiatur in aliquo subjecto perspicuitatem seu diaphaneitatem (ut vocant, requirit. Si quis enim quærat quid sit diaphanum, dicit illud esse quod lucis receptivum est. Quid quæso docere hæc definitio. Explicat autem suam mentem inferius, nempe *l. 2. de anima cap. 7. nam cum his verbis corpus potentia tantum perspicuum sit, ibi tenebra obtinent*, ita ut secundùm Aristotelem illud sit perspicuum actu quod lucem habet, & in hoc sensu, reddere perspicuum esset effectus formalis lucis; quod nisi intelligatur in ordine ad visionem quid me doceat hujusmodi definitio, nescio. Neque quid magis significet quam si definiretur albedo, esse actus albi., nempe illa forma quæ reddit album. Non piget autem Aristotelis verba referre, ut illæ quæ à Neotericis afferuntur opiniones, & contra quas tantopere invehuntur nonnulli, à mente Aristotelis non ita abesse clarum fiat. *Est autem id quod actu perspicuum est inter visibilia habendum, non verò seipso sed per colorem alienum, & extraneum. Fit autem visio, dum color movet ad quod est actu perspicuum, ut aërem, ab hoc verò sic moto quia continuum corpus est, vicissim movetur, & visus instrumentum. Atque hæc una est species visionis dum color scilicet videtur, in luce scilicet, nunquam seorsim, quia lux est energia perspicui. Itaque fit visio cum sensorium instrumentum aliquid ab intermedio patitur, neque enim aliquid patitur à colore.* Unde ex Aristotele duplex videtur esse necessaria motio in aëre ad hoc ut oculus videat, nempe motio aëris à lucido, quæ quidem motio sufficit ad videndum corpus lucidum, verbi gratiâ solem, & ignem, necessaria item est alia motio ipsius aëris jam illuminati. Quæ quidem omnia naturam lucis, adhuc valde obscuram relinquunt, idcoque varias refecam philosophorum sententias, qui putant se satis Aristotelis mentem assecutos.

Prima sententia est communis omnium ferè Peripatheticorum existimantium lucem aut lumen, esse accidens aliquod productum in medio diaphano, vi cujus omnes colores proximè visibiles fiunt; primò explicatur natura lucis per proprietatem maximè conspicuam, nempe quod sit primò, & per se motiva visûs, & quod cætera per ipsam, seu ipsa mediante potentiam determinent ad visionem sui.

Ratio verò quare illam existiment esse accidens, petitur ex eo quòd in aëre recipiatur; neque enim ipsi ullam divisionem in aëre percipiunt, nullum motum localem, dum ex tenebris transit ad lucem. Adde quod in cristallo durissima, in aqua valde unita, & propter fluibilitatem continua, excipiatur; ergo in eodem loco invenitur in quo aqua; ergo est accidens receptum nempe in corpore, in quo aliud omnino corpus admitti non potest; sed tantum illæ formæ quæ cum nullam ex se habeant quantitatem distinctam à subjecti quantitate, ab ea non expelluntur, sed facilè admittuntur.

Hæc ratio validissima est, majoremque vim obtinet, si consideretur natura corporum diaphanorum; si enim lumen non sit accidens, sed substantia tenuissima, crystallus durissima innumeris poris pervia esse debebit, nec poterit lumen transmitti, nisi poros inveniat in directum porrectos. Ratio enim cur in corporibus non diaphanis non recipiatur (si doctrinam eorum qui lumen substantiam esse asserunt, sequeremur) esset quod eorum pori in directum non jaceant, sed per varios anfractus digesti, ita luminis impetum refringant, ut penitus obtundant. Incredibile autem est, crystallum ita perviam esse, ut lumen

secundùm

secundùm omnem lineam secundum omnem angulum, & inclinationem excipiat, necessarium enim esset viam apertam esse in omnem partem, nihilque solidi in crystallo reperiri.

Secundò si crystallus, aut aliud quodcumque corpus diaphanum innumeris constaret poris, partes inter poros interceptæ diaphanæ non essent, atque adeo lumini aditum præcluderent, tota ergo crystallus lumine non perfunderetur, & in lumine transmisso innumeræ notarentur interruptiones, quæ cum experientiis repugnent, dicendum etiam, gratis tales fingi poros.

Tertiò, si lumen esset substantia, quæ à singulis partibus luminosi, emitteretur, & à singulis partibus corporis reflectentis, in singulas medii remitteretur; in eodem puncto medii se intersecarent lumina à diversis partibus prodeuntia, quare sibi invicem occurrerent, viamque præcluderent, impetum sisterent; sed experientia notatum est, ut probabitur postea, lumen aliunde affulgens, non impedire, nec destruere aliud lumen, nec illi vel minimum obsistere.

Quartò, si lumen esset substantia, produceretur de novo, à luminoso, verbi gratia à sole: peto autem ex qua materia talis forma educeretur, neque enim crearetur, debet autem ex materia quæ sit apta ad talem formam recipiendam, cur producta tantum impetum conciperet, ut intra momentum ad terras perveniat, quod si dicantur luminosa ex sua propria substantia, talem flammam emittere, deberet sol singulis diebus imminui.

Quintò, quare semel producta hæc substantia destruitur? in quid abit, ut nullum eius exter vestigium, amoto luminoso?

Sextò incredibile videtur, ut ex solis substantia, tanta copia luminis educi possit, quæ totum impleat Universum, si nempe concipiatur esse substantia.

Septimò si lumen dicatur esse corpus, concipi non poterit quomodo tanta celeritate à sole ad nos defluat, tantà à stellis fixis; sequeretur item nulla astra in proprio loco spectari posse; nam interea dum lux ab ipsis emissa ad oculos nostros deferretur, ipsa interea jam ulteriùs progressa essent. Sexcenta alia, hujusmodi congerere liceret argumenta, quæ indicasse sufficiat.

Unde meritò dicit Aristoteles, quod admittere & concedere lumen ab oriente ad occidentem tanta celeritate ferri, & nos non advertere, aut notare talem motum, sit magna petitio.

Secunda sententia, quæ jam diu antiquata, revixisse his temporibusque visa est, fuit Empedoclis, cui contradicit Aristoteles loco citato. Asserebat autem lumen esse tenuissimam lucidi flammulam, maximo impetu evibratam; fulciebaturque non contemnendis argumentis. Cui enim competunt proprietates corporis, illud esse corpus censendum est; sed luci competit reflecti, & refringi, quæ sunt peculiares, & solius corporis proprietates: ergo corpus est. Minorem nemo negare potest cum à speculis remitti lumen, in medio densiori refringi, aut in aqua, aut in perspicillis, & tubis opticis experiamur quotidie. Quod verò hæ proprietates solos sint corporis hoc modò probatur. Quæ ex sua natura apta sunt recipi in subjectu & compenetrari cum illo, nullam reflexionem pati possunt; sed ea quæ non sunt corpora, sed qualitates & formæ, de se apta sunt compenetrari cum subjectu, immò ex natura sua expetunt produci in subjecto & compenetrari cum illo; ergo à subjecto expelli non debent. Favet deinde experientia, quâ quæcumque pati reflexionem videmus, ea omnia sunt corpora; nulla alia accidentia quæ verè constet accidentia esse, talé quid patiuntur, nemo enim vidit unquam frigus reflecti, aut calorem nisi in quantum producitur à lumine, aut conjungitur cum halitibus calidis, verè capacibus reflexionis, cum sint corpora; nemo humiditatem aut siccitatem. Neque facit quidquam quod lumen ab eo tantum subjecto expellatur quod non est ipsius capax; quæ enim datur forma uspiam ita composita à natura, ut nisi agens eam in subjecto aliquo producere possit, eo quod careat dispositionibus ad eam recipiendam conducentibus, necessitetur ad eam producendam in aliu subjectu, jam habente id totum quod ab agente principali producibile est, solum hoc haberet lumen, unde tot illi peculiares prærogativæ & exceptiones à regulis communibus cæterorum agentium. Aliæ formæ id non habent, neque enim ex eo quod ignis non accendat lignum sibi ex una parte admotum defectu dispositionum, propterea facilius accendet lignum ex alia parte approximatum, quod neque in cæteris agentibus usuvenire animadvertimus.

Secundò, Reflexionis leges eædem omnino in lumine observatæ, quæ in corporibus, nempe ut simili angulo remittantur, quo in corpora incidunt. Eædem dispositiones requisitæ in corporibus reflexivis luminis, quæ in reflexivis aliorum corporum, nisi quod propter luminis tenuitatem, & parrium ejus exilitatem, exquisitiores esse debeant, ita ut non tantum politura simplex, sed quæ ad lævorem perveniat, omnemque respuat asperitatem requiratur. Ex quo sequitur non omnia corpora licèt densa hujus lævoris esse capacia, & durissima magis quam mollia.

Addo vix explicari posse in alia opinione, quid sit ea perspicuitas quæ requiritur ad lumen excipiendum, quæ in hac facilius indicatur. Omitto quod lumen adunatum ignem producat, eundem cum flamma colorem habeat, similem calorem producat; quantum nempe patitur eius raritas. Argumenta autem supra facta ita eluunt istius senteotiæ authores, ut inter cætera asserant ea taotum corpora luminis esse capacia, quæ poris uniformibus constant, aut faciles sunt secundum minutas partes mobilia; ita ut propter pororum angustias in medio densiori, tardiùs feratur lumen; & hoc modo satis congruentem afferunt refractionis rationem, cujus ne umbram quidem comminisci possunt. Alii tantam velocitatem luminis excusant, quòd non ut primum sol ab horizonte emicat radios incipiat evibrare, sed jam à multo tempore, quorum motus non continuatur nisi in quantum ab alio succedente lumine in anteriores partes propulsatur, ut igitur radius jam ad confinia horizontis pervenerat, dum sol exoritur ad oculum nostrum pervenit, licet à sole emissus jam fuisset si velis antè horam. Sufficit ergo ut novum ut ita dicam impetum à sole tunc accipiat qui impetus per lineam rectam, à sole ad partem radii quæ oculos ferit protenditur in instanti; nam dum sol impellit partem sibi vicinam eamque loco movet, hæc etiam attingit & movet sequentem, unde eodem instanti

instanti quo prima impellitur secundam impellit, hæc tertiam & ita consequenter.

Possunt autem superiores rationes maximam vim obtinere, si attentiùs nonnullæ experientiæ considerentur. Prima sit hæc. Proponatur crystallus digitalis crassitiei. Certum est partem aliquam luminis impingentem in primam crystalli superficiem reflecti, aliam verò crystallum permeare, usque ad ulteriorem superficiem, ibique rursus reflexionem aliquam pati, ita ut nonnulli radii ulteriùs procedant, multi tamen remittantur. Quæ experientia ita communis est ut negari non possit. Quæro ergo si lumen dicatur accidens, quare in secunda superficie reflectatur. Ideo enim lumen reflexionis est capax, ut volunt communiter, quia cum luminosum, sit agens necessarium, debet totum lumen, quod potest, semper producere. Unde cum subjectum est incapax illius excipiendi propter aliquam ejus opacitatem, tunc agens reflexè producit, id quod directè producere debuerat. Sed contra; quia aër est magis diaphanus quam crystallus; ergo ad ultimam crystalli superficiem, seu primam aëris, nulla fieri deberet nova reflexio, nam si superficiei crystalli uniretur alia superficies, nulla sequeretur reflexio; ergo multò minus si pro superficie crystalli substituatur superficies aëris, quod tamen est contra experientiam.

Secundò non affertur ulla ratio æqualitatis anguli incidentiæ, & reflexionis; posset enim luminosum aliter compensare suam activitatem; nempe intensius directè agere, eò quod corpus objectum opacum sit, & incapax luminis excipiendi. Neque enim ulla excogitari potest ratio, cur talem potiùs angulum sibi vendicet, quàm alium.

Tertiò. Si lumen sit accidens productum à luminoso, vel lumen producetur, ab alio lumine, vel sol immediatè producet totum lumen. Non primum, ut videbimus postea, alioquin lumen produceretur non tantum per lineam rectam à luminoso; sed etiam in orbem respectu cujuscumque luminis producentis. Quod argumentum fusius explicaturi sumus, si verò totum lumen immediatè pendet à sole, ponatur aliquod ex parte opacum in fenestrâ, quod non omnino impediat actionem solis, eam tamen debilitet, sequeretur (inquam) post illud corpus semiopacum, in aëre subsequente tantum lumen producendum, ac si tale opacum appositum non fuisset. Si enim ex communi opinione sol aurum aliaque metalla in visceribus terræ producit, quamvis ea non producat per totum medium, eò quòd ibi nonnullas dispositiones inveniat, quæ in medio non sunt, atque adeo productio luminis in eo, quæ accidentalis est, sit tantum conditio ad substantialem productionem metallorum, ne fiat actione in distans, quidni productio imperfecti luminis in corpore semidiaphano, erit conditio, ad luminis perfectioris productionem in aëre post corpus semidiaphanum posito, propter dispositionem peculiarem in eo repertam.

Quartò refellitur ratio allata, quod luminosum, ut agens necessarium, explere debeat suæ activitatis sphæram. Nam sequeretur, si hæc ratio valeret, quod posito obice opaco, tantumdem luminis semper reflecteretur, quod tamen est falsum. Nam si pannus niger objiciatur modica fit reflexio, si albus, fit validior.

Insistunt etiam in eo quod, lumen per solam adunationem flamma evadat, ut in speculis concavis experimur, & hoc licet nullum sit corpus, quod sit materia ignis. Arena enim liquefit, licet ipsa in ignem non abeat: ergo verè lumen adunatum est ignis.

Propositis alterius opinionis rationibus, ita respondere conantur, & primò quidem statuunt in omni opinione tenendum esse, diaphanum quodcumque quamvis ad sensum totum, & secundùm singulas partes lumine perfundatur, reipsa tamen interruptè illuminari. Et in aëre quidem satis ostenditur, eò quòd constet corporibus heterogeneis, quorum particulæ lumen reflectant.

Secundò in crystallo fit reflexio, non tantum in prima, sed in ultima superficie, quæ cum aëre congruit, videtur autem nulla posse melior ratio afferri, quàm quod pori aëris, non benè congruant cum poris crystalli, ex quo sequitur multos radios reflecti debere. Quod si alia excogitari potest ratio hujus reflexionis excogitetur; nam comminisci aliquam in crystallo crustam duriorem, fingere est.

Ad id quod objicitur de tanta luminis copia, quæ totum universum replere videtur, opponunt ejus summam exilitatem, & raritatem, eamque innumeris exemplis confirmant. Modicum pigmenti multam aquam inficit. Resolvitur aqua in vaporem. Color adhærens filo serico sensim evanescit, quantum singulis diebus deteri putamus. Una uncia argenti inducitur in virgam, quæ per transmissionem fit longa pedes 725000. seu digitos 8700000. & cum in uno digito sint perceptibiles partes 500; erunt in una uncia argenti partes visu notabiles 4350000000. multiplicitas membrorum in animalculis, per microscopium detecta. Chirothecæ Hispanicæ ad multos annos ambaricum odorem expirantes, expende quid singulis minutis expiretur. Locus pulveris nitrati, antequam accendatur ad spatium occupatum, dum accenditur se habet ut 1 ad 15625.

Ad diversum motum partium luminis, sibi invicem in eodem medii puncto occurrentium, respondent exemplo liquoris diversimodi agitati, cujus vortices varii sibi invicem occurrunt, se penetrant, intersecant. Quod multò potiori jure de lumine, utpote rariori, majoremque fluiditatem, & motum velociorem obtinente dicendum est.

Alias rationes hanc opinionem stabilientes omitto; qualis est hæc, quod ex sola unione radiorum luminis exurgat ignis, nempe quod lumen sit flammula tenuis, & valde rara; quæ per solam adunationem plurium ejus partium, paulò densior, aut saltem minùs distracta redditur, fitque ignis verus. Si enim ignem in materia valde tenui, & rara accendamus, ut in spiritu vini, vix calorem ejus percipimus, si verò ejus partes colligantur fit calidus, & urens: idem evenit in lumine cujus partes quomodocumque collectæ ustivæ sunt, immo sunt formaliter ignis.

Tertia opinio paulò difficilior, & à sensu alienior, asserit lumen nihil esse, nisi certum, & determinatum motum perspicui à lucido productum. Intelligit autem motum localem, & non tantum motum alterationis. Lucidum autem quod est principium talis motus, alternatim intumescit, & detumescit, seu rarefit, & condensatur, sed vicibus valde crebris, & concisis; ita ut

non

non id omne quod hoc modo alternis vicibus augetur, & minuitur lucidum vocetur, sed quod concisim id patitur. Eodem prorsus modo ac qui sonum, per aëris cæterorumque corporum vibrationes explicant, non quemlibet aëris motum sonum esse dicunt, sed eum tantum quo sæpius, & crebertimè in se recurrat, ita etiam in præsenti negotio asserendum est. Vocant autem corpus lucidum illud quod talis est naturæ, ut continuas, crebras & concisas oscillationes, seu intumescentias, & detumescentias patiatur, aut in se producat. Ut sit verbi gratiâ sol sphæra cujus diame-



ter AB, qui talem in se patiatur motum, ut augeatur in sphæram cujus diameter CD, & subitò in se redeat, denuoque crescat, & decrescat; sol lucidus erit; & quò major erit illa intumescentia, eo etiam lucidius erit illud corpus. Dum sol autem occupat illud spatium sphæræ CD, hæc occupat spatium sphæræ cujus diameter EF, & aër qui tale spatium occupabat expellitur & occupat sphæram GH, quæ omnia in instanti fieri debent, ne fiat penetratio: igitur eodem tempore & instanti, quo sol oscillat propter continuitatem medii propagatur ille motus per rectam lineam, usque ad oculum, impelliturque oculus, qui cum sit vitalis sentit talem motum. Unde lucidum est principium talis oscillationis, lux verò in diaphano est motus oscillationis à lucido productus.

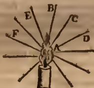
Putant authores istius sententiæ se omnia benè, physicè, seu sensibiliter explicare. Primò quomodo decrescat sphæra activitatis; dum enim sol AB, assurgit in sphæram CD, aër qui occupabat spatium GD, circumponitur circa CD, & quia spatium ampliatur non tantum occupabit profunditatem, hoc est linea DF, minor erit quam DB; si enim materiam quæ componit coronam comprehensam circulis AB, DC, velis aptare circa circulum DC, fiet alia corona cujus profunditas DF minor erit. Quare decrescit motus ille si in longum respiciatur, & quo majores erunt sphæræ eo minor erit motus, motus autem est lux, igitur minor erit lux; quia autem sphæræ sunt in triplicata ratione diametrorum, minuetur intensio lucis seu velocitas, & magnitudo motus in triplicata ratione distantiarum. Hoc est dum distantia à lucido dupla erit alterius distantiæ, lux in ea dupla distantia octuplò minor erit.

Asserit item hæc opinio omnem motum diaphani esse in lineam rectam, & de facto quidquid luminis in medio uniformi producitur, hoc semper in lineam rectam propagari notatum est. Nihilominus ut nihil dissimulem, hoc non videtur usque adeo verum esse in his principiis. Impossibile enim est saltem mathematicè, ut si singula puncta (loquor autem de punctis, ut facilius difficultas intelligatur) ut inquam singula puncta ex quibus coalescit corona AB, CD, componantur in coronâ CDEF, quæ tantam crassitiem non habet, quin aliquod punctum deflectat à recto tramite. Supponantur enim esse viginti puncta in linea CD, hæc si per lineam rectam impellantur, nempe per DE; debebunt adhuc, esse in directum posita, ideoque corona secunda tot habere partes in profunditatem seu crassitiem. Deinde non ita bene explicatur quomodo singulæ partes lucidi, in omnem partem agant, per lineas rectas. Quæ dicta volui non ut nostram mathesin alicui opinioni philosophicæ ita addictam velim, ut in aliis fiat inutilis, contendo enim pleraque in omni opinione bona esse, exceptis tamen aliquibus, quæ uni potiùs faveot, quàm alteri.

DIGRESSIO II.

An lumen medii aliud lumen producat.

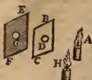
Licèt hæc quæstio præcipuè moveatur in prima opinione, locum tamen etiam habet in aliis proportione servatâ, & in explicandis multis propositionibus mathematicis perutilia. Quæritur ergo an lumen quod à sole in æthere vicino producitur, aliud lumen producat, ita ut lumen quod in parte ætheris soli non contigua invenitur; à viciniori lumine solo immediate dependeat, & non à sole ipso. Assero autem illud lumen à sole immediatè produci, non concurrente solo lumine intermedio, & hoc demonstrari posse quantum res physicæ demonstrationis capaces sunt. Suppono autem omne agens in sphæram agere, hoc est nullam esse potiorem rationem, quare ex una parte suam exerat actionem, quàm ex alia, positis tamen iisdem conditionibus. Ut si sit agens A: dico



nullam esse potiorem rationem, quare aliquid producat in puncto B, potiùs quam in punctis C, D, E, F, & cæteris; ergo æqualiter in orbem.

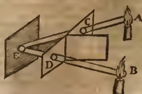
Demonstratio. Si lumen medii per se solum sine adminiculo alterius esset productivum luminis; illud produceret in orbem, & in omnem partem; sed falsum est quòd producat æqualiter in omnem partem; ergo ipsum solum non est agens quod lumen in spatio vicino producat, sed immediate illud lumen etiam in spatio remotiore productum, ab agente primario dependet. Majorem posui tanquam principium, quod si revocetur in dubium appellabo omnes experientias. Et quæram rationem quare potiùs determinatum sit lumen ad producendum effectum versùs unam partem, quàm versùs aliam. Ad minorem ergo, nempe quod lumen in medio receptum, non agat æqualiter in omnem partem. Sit luminosum A, corpus opacum BC, cujus in medio sit foramen D. Post quod ad aliquam distantiam, sit planum quodcumque EF, lumen quod invenitur in foramine D, est lumen medii diaphani; sed lumen

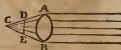
men quod est in foramine D, non agit æqualiter in omnem partem. Nam si ageret æqualiter in omnem partem æqualiter illuminaret partes omnes oppositi plani EF, cum tamen unam tantum illuminet, nempe quæ respondet per lineam rectam luminoso A; ergo signum est, aut lumen in medio foramine existens, non esse productivum alterius, aut certe, non esse solum productivum illius, nisi adhuc immediatè agens lucidum concurrat. Si enim postquam agens A, ubi produxisset lumen in foramine D, permitteret ut ita dicam, ut ageret res suas, nec juvaret illud ad productionem sui effectûs; cur potiùs secundùm lineam DG produceretur lumen à lumine D, quam secundùm lineam DF, aut aliam quamcumque. Confirmatur. Supponamus Deum semoto agente luminoso A, conservare tamen idem lumen in foramine D, in tali casu quid ageret, an per lineam DG, an per quamcumque aliam, non per lineam DG, affertatur enim potior ratio: cur seligat illam lineam, quàm aliam: ergo si modò determinatur ad agendum per lineam DG; ideò quia ad talem actionem per lineam DG, debet etiam concurrere lucidum A, quod per aliam viam operari non potest.



Si adhibeatur alia fax H, augebitur lumen in foramine D; non tamen, augebitur effectus in puncto G; ergo lumen quod est in foramine D, non est productivum alterius luminis. Probatur hæc consequentia quoties augetur causa productiva alicujus effectûs, toties augetur etiam effectus, si utrumque capax sit augmenti; sed dum adhibetur fax H, augetur lumen in foramine D; ergo si lumen in foramine D existens, sit productivum alterius luminis, major sequetur effectus, quod est contra omnem experientiam. Est ergo lumen medii, quasi conditio aliqua ne agens dicatur agere in passum omninò distans; sed concludo actionem etiam dependere ab agente illo primario, cùm debeat effectus qui producitur illud respicere per lineam rectam; & hoc inviolabiliter observetur.

3. Si soli lumini in medio producto, tribueretur productio ulterioris luminis; quomodo fieri posset, ut duo lumina valde remissa producant effectum in eodem subjecto, multo majoris intentionis quam ipsa sint. Ut si duo lumina A & B, per duplex foramen C & D, radient in idem punctum E, accidet sæpè ut in puncto E, moltò intensius sit lumen, quàm in utroque foramine C & D. Sed si sola lumina CD, producerent lumen E, hoc fieri non posset; ergo lumina C, & D, non producunt lumen E. Major nempe quod in E puncto sit majus lumen, quàm in C & D, probatur primò experientiâ hoc enim patet ad oculum. Deinde ostenditur alia experientia speculi concavi, aut lentis convexæ. Si enim in lente convexa lumen, quod est in puncto unionis dependet tantum à lumine, quod est in medio, quomodo tantus calor producitur in puncto foci, ut sit intollerabilis in aliis verò partibus vicinioribus agenti, calor sit debilior; & consequenter lumen. Ut sit lens AB, uniens in puncto C, radios à sole emissos, si lumen puncti C, dependeret tantùm ab eo lumine, quòd invenitur in spatio DE, nunquam in puncto C majus, aut intensius lumen inveniretur, quàm in spatio DE, cùm tamen in spatio DE, non sequatur inflammatio materiæ, quæ fit in puncto C.





Sequitur ex eo lumen in medio receptum, aut non producere aliud lumen, aut saltem solum non concurrere; sed ipsum solem immediatè, deinde lomen quodcumque aliunde adveniens, nullo modo conferre ad productionem alterius, nisi ab agente producatur quod agit in subjectum; hoc est lomen productum à face H antepenultimæ figuræ, in foramine D, nihil omninò conferre ad productionem luminis G.

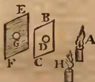
Quod diximus de lumine proportione quadam intelligendum est, de speciebus visibilibus, si dentur distinctæ à lumine, quatenus illa quæ ab objecto remotior est, non dependet à viciniore sola, sed etiam ab objecto. Si enim in antepenultima figura, loco facis A, intelligatur objectum visibile, & species objecti A, producatur in foramine D, quare hæc species non tam producet speciem similem sibi in punctis E, & F, quàm in puncto G, cùm tam doci possit linea recta à foramine D, ad puncta E, & F, quàm ad punctum G, constat tamen experientia objectum videri non posse, nisi ex puncto G, nempe in linea recta ADG; ergo hæc constans determinatio ad lineam rectam ab agente ductam, indicat objectum semper venire in partem illius actionis.

Inclamabis forsitan dari actionem in passum distans, sed actio causæ partialis distantis, in bona philosophia nunquam negari debet, sicut neque causæ distantis quidem sed agentis per medium. Quod puto me demonstrare in hypothesi communi. Dum ignis luculentus partes actis sibi contiguas calefacit, totusne ignis eum calorem producit, an indivisibilis, & ultima ejus superficies. Non primum, cùm nulla assignabilis sit ultima indivisibilis; & quamvis hæc assignaretur, constat si minuatur ignis, imminuendum eum calorem; ergo pendet ille calor productus, etiam à partibus remotioribus ignis; partes autem illæ remotiores nihil agunt per medium, nempe in partibus

bus Ignis vicinioribus passo, quæ supponuntur eiusdem esse naturæ; & perfectè similes; ergo agens partiale sæpe agit in passum distans, modò coniungatur cum alio agente partiali per medium diffuso.

Pariter communis opinio fert solem concurrere ad productionem substantialem mineralium, licèt sol eam actionem non propaget per medium. Axioma igitur commune negans actionem in passum distans, intelligitur de agente totali, & de agente cuius nulla actio propagatur per medium, ideoque quod nec supposito, nec virtute est præsens.

Dicet fortan aliquis huiusmodi difficultates in opinione Peripateticorum suam vim obtinere, nihil tamen roboris habere in aliis sententiis, non primò in secunda admittente lumen esse tenniorem, & rariorem flammam motu locali ab ipso sole ad quodcumque spatium delatam, ita ut sol imprimat tantum motum illum sibi vicinæ, hæc subsequenti, & ita deinceps. Invenio tamen aliquam difficultatem, sint enim ut in antepenultima figura duo lucida, quæ lumen suum transmittant per idem foramen D, quæro lumen quod

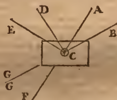


est in foramine D, nonne simul impellitur duabus pulsionibus, unâ quidem ab lucido A, alia vero à lucido H. Quomodo movebitur in utramque partem, hoc est secundum lineam AD, & simul secundum lineam HD, non sequetur utrumque impulsum, sed necessariò sequetur mediam aliquam viam, quod est contra experientiam; tam enim facile transmittitur lumen per lineam AD, eamque continuat usque ad punctum G, ac si nullo modo per idem foramen transmitteretur alius radius, HD: quomodo ergo isti radij non se impediunt, immò quod mirabile est in singulis partibus medij invenitur lumen ex singulis partibus universi visibilibus emissum. Cum in quocumque loco oculum posueris, possis quodlibet objectum videre. Puto ergo in ea opinione dicendum esse, non inveniri in hoc negotio metaphysicam accurationem; sed sufficere ut ex singulis obiecti partibus sensibilibus, in singulis partibus spatij item sensibilibus inveniantur radij transmissi localiter. Atque ita intelligendam esse hanc sententiam; sicut & in tertia opinione. Sed quidquid sit de illis, neque enim omnia expendere debemus; sufficiat mihi in opinione communi unum lumen, non esse solum alterius productivum, nisi semper adsit ipsius lucidi cooperatio.

DIGRESSIO III.

Lumina in eodem subiecto à diversis agentibus producta nec se impediunt, nec se propriè iuvant ad aliquam actionem communem eliciendam.

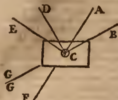
Ostendimus supra duo lumina in eodem foramine à diversis agentibus producta, nullo modo impedire lucidorum actionem, quia ipsa sola nihil producunt, sed tota vis activa inest lucidis; & consequenter non se propriè iuvare, ex ea unione; hoc est licèt in antepenultima figura lucidum H, nihil transmitteret per foramen D, idem tamen sequeretur effectus in puncto G, hoc experientia notum est; igitur nec se iuvant lumina nec impediunt. Oritur tamen difficultas ex eo, quomodo scilicet si obiectum pluribus lucidis illustretur, fortiùs tamen remittet lumen in retinam. Ergo aliquando se iuvant lumina. Videtur autem quod eadem sit ratio puncti alicujus reflectentis, ac foraminis; sicut enim actiones duorum agentium, licèt unitæ in eodem foramine, transmissæ tamen ulterius separantur ab invicem, & post hujusmodi separationem eodem modo se habent, ac si nullo modo unitæ fuissent, ita etiam dum duo lumina ad eandem partem corporis reflectentis appellunt, licet in eo puncto concursûs uniantur, majoremque (ut cum philosophis loquar) Intensionem efficiant. Fieri tamen non potest, ut reflexiones à duobus lucidis in eadem corporis reflectentis parte factæ, remittantur in idem punctum, cum servari debeat, angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitas, in utraque reflexione, quæ non servaretur, si id accideret, etiam si verè & realiter esset majus lumen in corpore reflectente, non animadverteretur; nec ea lumina se juvarent in ordine ad causandam visionem efficaciorem. Quod ut concipiatur, sint lu-



cida A, & B, corporis reflectentis punctum C, in quod incidant duo radij A & B, radius AC, reflectetur in CD, & BC in CE, Ita ut tantum separentur ab invicem, quantùm si per punctum C, quasi per foramen transmitterentur in F & G; sicut ergo oculus in F. aut G, positus non adverteret inesse foramini C majus lumen, quia tantum exciperet lumen ab uno lucido, eodem modo intensum, ac si aliud lucidum nihil transmitteret; ita etiam oculus positus in D aut E, nullam mutationem advertere deberet, sive adhibeatur unicum tantum lucidum; sive plura. Nam quod dixi de puncto C, dici etiam potest de cæteris omnibus. Si ergo ponatur oculus in D, excipiens lucem à lucido A, vi reflexionis factæ in puncto C, poterit excipere reflexionem lucidi B; sed factam in alio puncto corporis reflectentis, quam non exciperet, si tolleret luminosum B, hæc tamen impressio quia ipsi non venit per eandem lineam, attinget alias retinæ partes; atque adeo vi illius non melius videbitur punctum C. Unde quia solum punctum C, potest radiare per lineam CD, & nullum aliud, item C, per lineam CD, remittit tantum lumen lucidi A, inde fit ut oculus D, perinde videat punctum C, sive adsint plura lucida, sive

 unicum

unicum tantum; ergo dicendum esset quod etiamsi majus lumen producatur in puncto C, eo quod

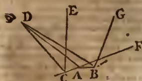


additum sit lucidum B, illius tamen reflexio principalis non est in D, sed in E.

Hæc difficultas bene meo quidem judicio explicat propagationem luminis, unde distinguo inter corpora lævigata, seu polita, & scabra; agnosco enim in omni ferè corpore infinitas scabrities, quas tamen oculus percipere non potest, favet quidem mihi experientia communis. Si enim in pulicibus, & in eo animalculo, quem acarum latine dicimus, gallicè *un ciron*, quod solet sulcare manus, ita ut ad illud extrahendum opus sit acu subtilissima, in cujus apica via apparet; si inquam in eo animalculo tot sunt instrumenta vitæ, tot membra, quæ ope microscopii satis bene distinguuntur, quid ni in aliis corporibus texturam aliquam, & scabritiem admittere liceat. Hæc in charta ope ejusdem telescopii satis se prodit unde totam hanc difficultatem facilè hujusmodi inæqualitatibus solvo.

Admitto igitur in speculis exquisitè, & ad sensum politis, si detegatur tantùm una eorum pars, non meliùs eam apparituram, nec intensius illuminandam, etiamsi mille apponantur faces quàm unica tantum, unde à distantia mediocri in qua evanescit polituræ inæqualitas, non videntur specula, etiam soli exposita; nisi per modum maculæ nigræ ab iis nempe, qui in radio reflexo non inveniuntur. Ex quo principio bene demonstrat meo quidem judicio Galilæus, lunam habere inæqualitates, cùm solis lumen undequaque remittat, quod fieri non posset, si ejus superficies esset perfectè lævigata; imitaretur enim specula nostra convexa, quæ si soli exponantur, in iis non videtur, nisi exigua solis imago.

In corporibus verò scabris aliter se res habet, in ordine ad visionem. Diximus enim aliquas partes objecti etiam divisibiles, tales esse ut separatæ videri non possint, sed tantum prout conjunctæ cum aliis; cùm enim si solæ sumantur sub angulo insensibili spectentur, si ipsis adjungantur aliæ partes, illæ simul omnes eandem partem minimam naturalem retinæ attingent, atque adeo eadem, & indivisibilis omnium sequetur visio (*ut ostendimus propos.* 14. 2. *hujus*) quod ex multis capitibus oritur ibi explicatis. Sint igitur tres partes objecti A, B, C, diversimodè inclinatæ, ita tamen parvæ, ut una non possit videri distincta visione; sed debeant propter parvitatem videri per modum unius. Sitque primò unum luminosum cujus lumen per lineam G A, impingens in partem A, remittatur in oculum D, videbitur vi illius pars A, & perinde erit ac si viderentur etiam partes B, C, quia licet realiter non videatur nisi pars A, quia tamen ejus visio occupat totum spatium, quod occuparet visio trium simul objectorum, non advertitur aliquid deesse. Addatur luminosum F, cujus quidem lumen productum in A, non reflectitur ad ocu-



lum; sed lumen productum in B, videbitur etiam pars B, unica visione cum parte A; igitur jam illa visio quæ videtur esse ejusdem objecti, jam fit per duos radios, & in eadem parte sensibili retinæ est majus lumen quam si apponeretur tantum unum luminosum. Addatur pariter luminosum E, cujus lumen reflectatur ad oculum à parte C, jam totum illud objectum quod per modum unius videtur, ita ut non advertatur detegi illius unam partem quæ prius propriè loquendo non videbatur, videtur per tres radios; igitur licet lumina in eandem partem objecti mathematicè sumptam incidentes à diversis lucidis non reflectantur ad eundem oculum, ideoque non efficiant ut talis pars videatur magis illuminata, quæ tamen in eandem partem physicam objecti non exactè politi, sed pluribus superficiebus exasperati impingunt, & ad eundem oculum remittuntur, efficiuntque visionem multò intensiorem; ideoque videtur objectum magis illuminari.

Quod dixi de diversis agentibus, intelligendum est de singulis partibus ejusdem agentis. Nam non solum quodlibet lucidum agit in orbem, sed etiam quælibet ejus pars; unde agens majus se habet per modum plurimorum agentium, quia non solum totum per modum unius; sed etiam quælibet pars potest videri visione distincta, ex omni parte hoc est in quacumque parte medii oculus collocetur.

Sequitur ex his quamcumque partem physicam objecti non politi, remittere lumen à quolibet luminoso acceptum in omnem partem physicam medii; immo & lumen à singulis partibus luminosi prodeuntes in omnem partem remittere, sensibiliter & physicè, ita ut occultata luminosi qualibet parte, aliquid luminis reflexi à singulis partibus physicis objecti scabri deficiat, & non tantum singulæ partes physicæ objecti remittant lumen luminosi in omnem partem, sed etiam lumen remissum ab aliis objectis.

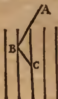
Quæ luminum reflexio non intelligitur in communi opinione per motum localem, sed tantum quod agens primarium idem lumen in loco reflexionis producat, quod produxisset post obicem.

Colliges ex eo rationem cur qui indigent multo lumine ad legendum, melius videant si lumen lucernæ reflectant charta munda, & alba, quàm si uterentur speculo polito; licet enim speculum politum in uno, & determinato reflexionis puncto lumen remittat intensius, corpus tamen impolitum, meliùs remittit in omnem partem. Quod autem dixi de reflexione, idem proportione quadam intelligendum est de refractione, meliùs enim, & uniformiùs videmus, si cancellis charta instructis utamur, quam si crystallo polita uteremur. Quia crystallus radios transmittit per lineam rectam, ita

ut

ut in illa linea recta fit quidem intensius lumen, extra verò prædictam lineam, multò fit debilius quam si uniformiter in omnem partem remitteretur.

Ex hoc sequitur quod si alicujus corporis partes minimè convexitatem sphæricam inducerent uniformiter, & in omnem partem lumen remitterent. Talia aliqui volunt esse alba, quæ propterea maximè oculum movent; cum nihil luminis in ipsis pereat. Nigra vero è contra quæ talia sunt figuræ, ut ferè omnes radii intra ipsorum fissuras consumantur. Ut si daretur corpus aliquod compositum ex assiculis, ita ut inter ejus partes aliquod spatii relinqueretur illud corpus vix ullum radium extra se reflecteret, ut in apposita figura



radius A B, reflectitur in B C, neque unquam extra tale corpus egreditur, & per hanc figurarum diversitatem multi colorum varietatem explicare conantur.

Ex hoc deduci posset aliqua ratio experientiæ cujus alioquin vix assignari poterit. Si in foco lentis convexæ, aut speculi concavi apponatur corpus album, non tam citò ignem concipiet, ac si nigrum esset, licet sit ex eadem materia. Ita si objiciatur charta nigra, & alba, & hoc cum valde notabili differentia, licet non videam adhiberi corpuscula combustibilia, dum aliquid tingitur nigro colore. Unde puto facilius rejici in id quod albus color omnes radios extra se remittat, niger verò intra se conservet, qui consequenter potentiùs agunt.

DIGRESSIO IV.

Theorema.

De opaco, & diaphano.

Pudendum est quàm nihil dicant in hac materia communiter philosophi, qui cum lumen definiant per ordinem ad diaphanum, diaphanum rursus definiant per ordinem ad lumen. Dicunt ergo diaphanum illud esse, quod interpositum inter oculum, & objectum quodlibet non impedit ejus visionem, quæ quidem explicatio puto, sufficiet ad hoc ut sciatur quid nominis, seu quid intelligatur hâc voce. Quare ut melius naturam illius explicemus, videamus cur non impediat visionem objecti ulterius positi, quia (inquies) non denegat transitum lumini, & speciebus visibilibus si dentur; si vero quæram ulterius quam requirat in se dispositionem, ut admittat in se radios luminis eosque non sistat in se, hic verò hærent neque ulterius addunt aliquid. Bene quidem unum adjiciunt nempe ex eo quod corpus diaphanum non impediat visionem objecti ulterius positi, quod non terminet visionem, sed ludunt in æquivoco, nam mutata significatione istius vocis (terminare) concludunt; ergo corpus perfectè diaphanum non videtur. Quod enim (inquiunt) terminare non potest visionem, non videtur: In quo est manifesta deceptio, nam in prima significatione terminare intelligitur impedire quo minus ulteriora videantur; in secunda terminare est esse terminum illius respectus quem dicit visio, seu imago illa intentionalis in suum objectum. Possum enim quærere cur licet aliquod corpus tale sit, ut nullo modo impediat quo minus species visibiles objectorum ultra positorum transmittantur; ipsum tamen non poterit aliquas sui species producere, quæ quidem reciperentur cum aliis in eadem parte retinæ. Neque enim implicat, ut in eodem medii aut organi puncto, multorum objectorum species simul recipiantur. Cur ergo non videtur aër, & cur quò corpus erit perfectiùs diaphanum, eò minùs perfectè videbitur.

Solidiùs ergo, ni fallor, ratiocinabor, si dicam necessarium esse ad visionem, ut aliquis luminis radius remittatur à corpore viso ad oculũ. Ostendi enim jam aliàs lumen medii nihil efficere, item objecta bene illuminata, ut sunt specula tersa, & polita, non tamen videri, quia cum in iis fiat reflexio ordinata, (ob æquabilitatem superficiei) nihil luminis remittitur ad oculum, nisi fuerit in puncto reflexionis; sed corpus quod non impedit quo minus transmittatur radius, illum non reflectit; ergo corpus perfectè diaphanum omnino videri non poterit. Ergo quod visionem non terminat in uno sensu, hoc est non impedit videri ulteriora objecta, non terminabit illam in alio sensu, nempe ab ea non repræsentabitur, nihilque in oculo efficiet. Et ex hoc puto deduci posse, si dentur species visibiles, illas cum lumine reflexo ab objecto produci ita ut sine illo consistere non possint.

Sed nihil adhuc efficimus; restat enim intacta præcipua difficultas, quare trans crystallum, aquã, aërem transmittantur radiationes luminosæ, & non trans aurum, lapidem, lignum, & alia hujusmodi corpora. Dico ergo diaphaneitatem non esse specialem aliquam qualitatem inditam corporibus, quia si diaphaneitas esset aliqua peculiaris qualitas in corporibus, non accideret, ut ex permixtione duorum diaphanorum amitteretur diaphaneitas, sed ex mixtione duorum diaphanorum nullo amittente suam diaphaneitatem, totum tamen coalescens ex duobus diaphanis fit opacum; ergo non est peculiaris qualitas distincta ab aliis. Major videtur clara, & inductione ostenditur, neque enim ex mixtione duorum alborum perit albedo, duorum quantorum perit quantitas, duorum gravium gravitas, calidorum calor. Aqua diaphana est, aër item maximè diaphanus est, sed ex mixtione aquæ, & aëris in glacie multum deperit de aquæ diaphaneitate; item dum miscetur aër, cum eadem aqua in nube, aut in pluvia, dum pluit licet singulæ guttæ sint pellucidæ, aër item adhuc magis; plurimæ tamen guttæ aquæ, permixtæ cum aëre diaphanæ non sunt. Deinde vix est ullum corpus quod si in tenuissimam bracteolam extendatur, non fit aliquantulum diaphanum. Ponamus illud esse diaphanum ut duo; ex conjunctione illius bracteolæ cum alia simili permaneret eadem specie diaphaneitas, fieretque diaphanum ut duo magis extensum; cum tamen tota amittatur. Addo si perspicuitas illa esset peculiaris qualitas; ex sola figuræ mutatione non mutaretur, aut periret,

quod

quod est contra omnem experientiam, sit vitrum tersissimum; & maximè elaboratum, affricetur corpori duro, ut ferro interposita arenula, nulla est crystallus, quæ intra semiquadrantem, suam perspicuitatem non amittat omnino; ita ut non sit magis perspicua quam lapis quicumque obvius; sed in tali casu nullam amittit qualitatem; sed tantum hujusmodi arenulâ exasperatur omninò, fiuntque frequentissimi sulci quibus miscetur aër. Neque dicas ideo non transmitti amplius luminis radios, quod arenula adhæreat, quare si malefiat hæc crystallus videbitur perspicua, quia loco aëris substituitur aqua ejusdem ferè densitatis cum vitro, aut crystallo; neque enim propterea excutientur, quæ adhæserunt.

Dico ergo perspicuitatem consistere in perfecta partium quoad densitatem & raritatem homogeneitate, & superficiei æquabilitate. Quæ definitio ut intelligatur, supponendum est quod fusiùs infra explicabitur. Quoties luminis radius à medio rariori ad densius transit, vel vicissim, toties fiat aliqua refractio, in omni autem refractione radius minuitur; sicut & in reflexionibus. Quod quidem facilius explicatur in opinione admittente motum localem in lumine; mobilia enim, dum in corpora impingunt, multùm amittunt de suo impetu, multùm item dum obliquè feruntur in aquam; hoc autem hic suppono, nec expendo ulteriùs, sed si aliquod corpus constet partibus heterogeneis, radius luminis à medio rariori ad densius, & vicissim, transibit; ergo ita imminuetur ut nullus sit. Debet ergo esse aliqua homogeneitas in partibus, saltem quoad densitatem, & raritatem; hæc autem similitudo partium necessariò includit, ut superficies illius corporis sibi adhæreant, hoc est nullum misceatur corpus alterius raritatis. Hunc defectum aliquando advertimus, in vitro, quod cum de se sit diaphanum, si tamen dum ex fornace educitur misceatur aliquid aëris, hoc est partes eius non benè inter se cohæreant, nec excludant omnem aërem, vortices habet multum lumini officientes, multò magis si eius superficies fiat scabra, fit lumini impervium totum vitrum. Si verò corpus sit homogeneæ raritatis, & densitatis, ubi lumen illabitur, refringitur quidem; sed quam semel in ipso corpore viam inivit, hanc continuò servat, nec ampliùs minuitur; ergo ex eo benè intelligitur quod sit diaphanum quid opacum.

Sequitur ex eo, licet corporis alicujus tenuissima bracteola esset diaphana, non tamen sequi totum corpus pellucidum esse, primò quia si sequens bracteola esset dissimilis in raritate, & alia rursus dissimilis, aut malè cohæreret; ita ut admitteretur aliquid aëris, aut corporis cujuscumque dissimilis; duæ de novo refractiones fierent, quare minueretur ex tot refractionibus intensio luminis. Quare si prima bracteola jam constat ex diversis corporibus; ideoque multùm imminuit radium, multò magis minuetur ex additione alterius bracteolæ.

Secundò nulla fit unquam refractio, quin habeat aliquid admixtum reflexionis, ut dum lumen ex aëre in aquam illapsum refringitur, videmus aliquam partem illius luminis reflecti in oppositas partes, & quantum intensius est lumen quod reflectitur, tantum decedit de lumine, quod intra aquam per refractionem propagatur; ergo si plurimæ fiant, hujusmodi refractiones, quia cum singulis fit aliqua reflexio imminuetur lumen, & evanescet.

A nonnullis aliter explicatur natura perspicui, accommodatè scilicet ad eam sententiam, quæ lumen esse tenuissimam substantiam, & omni aëre subtiliorem asseverat, consequenter enim debet agnoscere in corporibus perspicuis frequentissima foramina, & poros creberrimos, quibus aditus lumini præbeatur. Id autem quod tali opinioni probabilitatem aliquam potest adstruere, sunt multæ experientiæ circa vacuum factæ, quæ satis benè explicari non possunt nisi etiam in corporibus quibuscumque tales admittantur pori, ut substantiæ tenuiori aditus patefiat. Quod verò multi existant in rebus quibuslibet pori qui aliquibus spiritibus viam faciant, aliis verò improportionatis quo ad figuram, aut magnitudinem denegent; sexcentæ ostendunt experientiæ. Ita dicitur hederaceum poculum vinum continere non aquam, ideoque Bacchu sacram fuisse hæderam. Ita aqua multo sale saturata, illud respuit; admittet tamen sal alterius naturæ, cujus nempe partes minutæ aliam habent à priori sale figuram. Quod explicari non potest nisi quod sal primum poros omnes aquæ impleat partibus suis accommodatos, quibus semel occupatis, respuitur ab aqua hujusmodi sal, nec amplius in ea liquatur: admittetur tamen sal alterius rationis, quod quia constat partibus alterius figuræ, convenientes adhuc poros inveniet; & ita deinceps aqua ex secundi generis sale illud tantum decerpet, quod sibi conveniens est, aliud respuet, atque ita idem eveniet respectu singulorum. Eodem principio nititur tota dissolventium doctrina; quæ enim dissolventia aptissima sunt ad juvandam unius metalli colliquationem, alteri metallo colliquando inepta sunt, eò quòd constent partibus quoad figuram poris metallorum correspondentibus, & accommodatis, quos motu ignis subeant, & dilatent, & hoc modo dissolutionem, & colliquationem accelerent. Aliis vero colliquandis sint inutilia quod poros eorum non subeant, propter figuræ dissimilitudinem. Ita si in spiritus ex sale communi extractos bracteam auream immergas, subitò dissolvi animadvertes, quæ immersa aquæ stigiæ non immutabitur; è contra verò si aquæ stygiæ perfundas bracteam auream non dissolves, si cupream, in instanti dissolvetur.

Eodem principio non ineptè explicatur, cur certi cibi aliquibus animalibus sint inutiles. Cum enim cibus ad concoctionem debeat subigi, & in minutissimas partes dividi, illud animal cibo uti non poterit, cujus dissolvente carebit. Habent enim qualibet animalia certos humores dissolvendis certis, & accommodatis cibis idoneos, aliis verò inutiles. Ita certa aquæ species coquendis leguminibus aptissima est, alia ita inepta ut quò plus coquentur, eò magis indurentur. Ita satis benè explicamus cur quod venenum est alicui animali, alteri nocivum non sit. Sic multi consensum illum certarum partium cum aliis, aut etiam personarum explicant, voluntque poros ferri conformes esse spiritibus ex Magnete profectis, unde sæpe ex sola figuræ diversitate multos effectus explicare possumus, quos, ut dixi, qualitatibus occultis, hoc est perfugio inscitiæ explicant plerique. Quod ita ostendo si quis peteret à me cur clavi aliquâ fores reserare non possum, an illi bene responderem si assererem, in tali clave non esse qualitatem respondentem qualitatibus illius seræ; an

potius

potius clavim hanc non posse ingredi serarum foramen, nec habere fissuras accommodatas circulis in tali sera latenribus. Quod enim de figura dicitur physicum est, & palpabile, & ab omnibus intelligitur; quod de qualitatibus præcipuè ignotis asseritur, metaphysicum est; in quo existimo graviter hallucinatos esse plerosque philosophos, dum metaphysicè, loquentem Aristotelem, physicè intellexerunt. Dum enim qualitates admittit Aristoteles in sensu metaphysico, id est id per quod respondetur, ad quæstionem factam per (qualis sit res) non continuò voluit illud habere qualitatem physicam, hoc est accidens physicum: & hoc sufficienter ostendit in tractatibus physicis, ut in meteoris, problematibus, & aliis, in quibus physicum agit, & non metaphysicum. Quæ dicta volui non ut qualitates omnes physicas respuam, sed ut pruritum philosophorum eas ubique admittentium nonnihil comprimam. Cur enim qualitatem admittam in Reubarbaro ad purgandam bilem, si possum asserere impregnati posse Reubarbarum bile, & eam secum educere?

Quare ut ad institutum redeamus, volunt aliqui philosophi, ea corpora perspicua esse, & diaphana, quæ poris tenuibus, & ita crebris sunt perforata, ut in omnem partem transmittendo lumini pateant. Quæ quidem opinio difficultate non caret; quomodo enim fieri potest, foramina ita esse appositè fabricata, ut quam semel inivit viam radius luminis constanter teneat, nec incurrat in partem aliquam solidam, à qua reflectatur tantisper, aut à cœpto itinere avertatur? si enim dentur pori recti, & obliqui, quomodo lumen obliquè incidens obliquos tantùm poros eligit. Possunt tamen respondere eam partem luminis, quæ non incurrit in porus obliquos correspondentes inclinationi qua impingit, reflecti, & non transmeare, eam verò quæ poros nanciscitur in lineam rectam protensos ulterius transmitti. Quæ responsio vim argumenti nonnihil infringit, non solvit tamen omnino, præcipuè si hujusmodi poris adscribant vim illam infringendi lumen. Sed meliùs etiam in hac opinione alteri rationi tribuetur refractio, atque hæc sufficero possent ad intelligendam naturam diaphani; attulimus enim aliquid aliud præter ipsam vocis explicationem.

Duplex igitur diaphaneitatis notio excogitari potest, appositè ad opinionem, quæ censet lumen esse substantiam.

Prima in fluiditate perfecta sita erit, vi cujus ita in minutissimas partes corpus aliquod dividi potest, ut aliorum corporum motum non sistat: ita fluiditas aquæ talis est, ut motum alterius liquoris, verbi gratia, vini non impediat, immò facilè à vino penetretur, non quidem penetratione propriè dictâ, & strictâ; sed penetratione ad sensum perfecta; ita ut nulla notari possit pars aquæ, quæ vini particulam non admittat, hæc diaphaneitas aëri convenire videtur.

Secunda notio diaphaneitatis in multiplicitate, & tali coordinatione pororum sita est, quæ ex omni parte, viam ad sensum rectam præbeat: Talis erit si partes solidæ in quincuncem dispositæ sint, dum enim arbores hoc modo digeruntur, animadvertimus in omnem ferè angulum, viam apertam esse, hi autem pori materiâ maximè fluidâ, hoc est diaphanâ secundùm primam diaphaneitatis notionem implentur, & crystallo, & vitro hæc secunda species conveniet.

Rationes autem præcipuæ, quæ tales notiones stabiliant, petuntur ex penetratione luminis, cum corporibus diaphanis, quæ penetratio propria esse non potest; vel non dabitur ulla ratio reflexionis, præcipuè dum radius à minus diaphano ad magis diaphanum procedit, ut à crystallo in aërem. Neque etiam cur quæ sunt diaphana in parva quantitate, si in majori quantitate sumantur diaphana non sint; multò minus cur aliqua luminis particula corpus diaphanum subeat; alia reflectatur: nam diaphanum capax est excipiendæ illius particulæ quæ reflectitur, cum possit intensiùs semper, & intensiùs illuminari. Addo falsum esse quod opaca lumen omnino non admittant, admittunt enim ad aliquam profunditatem, ut jam ostendi in tenuibus laminis. Secundò ostenditur eò quod calor, & sæpè ignis in ipsis à lumine producatur: deinde si aër habeat diaphaneitatem, peculiarem qualitatem ubique fusam, nulla erit ratio cur superficies aëris quæ crystallo contigua est eâ careat, aut minorem quam reliquæ aëris superficies; cùm tamen hæc lumen reflectat aliæ verò minimè. Addo nisi hæc diaphaneitatis afferatur notio, nulla excogitari poterit ratio cur telæ, & chartæ oleo inunctæ fiant magis diaphanæ, aut multa corpora per solam texturæ mutationem diaphana evadant.

Hanc pororum multiplicitatem suadent multa, Primò quod vix ullius corporis superficies perfectè complanari possit; quod ostenditur, eò quòd quantumvis complanata sint corpora, glutino tamen sibi invicem adhærere possunt: sic metalla conferruminantur, plantæ habent poros etiam sensu perceptibiles, qui in eorum cadaveribus educto humore manifesti fiunt. In titione una parte accenso, fumus & humor ex alia parte exsudat: vas hederaceum vinum, non aquam continet. In animalibus sudor poros indicat, ea omnia quæ spirituum efflavium habent, aut ex quibus spiritus extrahitur, frequentes poros habent: fluida item ut aqua, quæ uno sale saturata quod propterea respuit, alterius speciei sal admittit; hydrargyrum in poris materiam subtilem continet, quam iterum resorbet, & sic in aliis innumeris experimentis.

Hæc pororum multiplicitas plerisque videtur incredibilis, præcipuè cum quælibet pars crystalli illustris, seu lumine perfusa videatur; nihilominus respondent non posse oculis distingui eas crystalli particulas, quæ non illustrentur; non sequitur tamen eas non dari. Ut etiamsi rarò admodum, & tenuibus constante filis velo, expanso, quamvis peculiares umbræ distingui non possint, non sequitur tamen non interruptam esse luminis propagationem; sicut dum nigris albi calculi miscentur, in magna distantia, nulla distinctio apparet, in aqua colore tincta, nulla distinctio est manifesta, est tamen distinctio particularum aquæ, & corporis colorati, neque etiam ex interruptione radiorum, sequitur ulla in objectis visis interruptio, modò in retina nulla sit interruptio sensibilis radiorum, ad totale aliquod objectum pertinentium, sic licèt trans velum lumen interruptum admittens, respiciamus, non tamen propterea interrupta videmus objecta.

Quæres quænam substantia poros hujusmodi ante adventum luminis occupet, & quò per adventum luminis se recipiat? Respondent eandem substantiam, quæ poros corporum perpetuos odo-

tes exhalantium replet, diaphanorum vacuitates occupare, eamque substantiam nonnihil condensari, ut transitum lumini faciat, & cum fit diaphana primo modo facilè penetrari.

Alia multa omitto quæ in utramque partem dici possunt.

DIGRESSIO V.

Physica.

Quid sint colores.

Afferam tantum hic aliquorum philosophorum opiniones, ut melius quæ in hoc tractatu mathematico dicturi sumus intelligantur. Communis & recepta in scholis opinio; colores admittit reales à rebus ipsis, & corporibus, & quacumque eorum configuratione distinctos. Videt enim aliqua corpora ita esse sui coloris tenacia; ut quamcumque induant figuram eodem tamen colore fulgeant; ut si duo marmora diversa, exquisitissimè poliantur in planam, & similem superficiem, tamen similem exhibebunt colorem; ergo color aliquid est distinctum à figura, item marmor album in quamcumque figuram efformetur; manebit tamen album. Quod verò distinguatur color à corpore facilè probant, eodem prorsus argumento quo distinctio aliorum accidentium, à corporibus comprobatur; nempe ex sacrosancto Eucharistiæ sacramento, in quo invenitur color panis, & vini sine ullo corpore.

Possunt addi multa alia argumenta hujosmodi v. g. quod figura de se activa non sit; sed colores activi sunt, ita sæpè oculis nocent, suffusiones provocant, aliqua animalia in rabiem agunt, aliis placent. Communiter autem in ea opinione duplicis generis admittuntur colores, alii enim sont reales, alii phantastici, & apparentes tantùm. Reales fiai sunt, & permanentes, ea omni parte iidem apparent: phantastici verò, & apparentes, non ex omni parte spectari possunt; sed tantum ex certo, & determinato loco; consistuntque in varia lucis, & opacitatis contemperatione, ex quo fit ut ea deficiente intereant eâ mutatâ immutentur. Reales igitur colores, sunt secundæ qualitates ortæ à primarum combinatione: neque item omnes conveniunt, volunt enim nonnulli colorem esse lucem omnibus corporibus congenitam, quæ appulsu luminis alicujus vehementioris, & extrinseci excitetur ad productionem specierum suarum per totum medium; usque ad oculum, vi tandem quarum specierum determinetur oculus ad videndum, quod pertinet ad species dicam sequenti digressione quod sentio. Alij verò non lucem colorem esse admittunt, sed verum accidens, & reale aptum ad terminandum visum; seu motivum oculi, & quod potest repræsentari ab oculo: hoc est cujus imago vitalis exprimi potest à potentia visiva. Alia verò opposita opinio nullum admittit colorem, nisi configurationem certam partium minimarum in corporibus ad certo modo, & determinato ordine reflectendum lumen. Quæ huic opinioni probabilitatem non contemnendam conciliant sunt multa. Primò ex sola mutatione figuræ nulla alia temperamenti mutatione facta ea qua oriri possit, coloris diversi productio, varii & diversi oriuntur colores. Experimentum commune tale sit, conteratur quam fieri poterit tenuissimè, illa arenola rubea; ex qua conficiuntur clepsydræ: hoc exemplum affero quia ea sæpè usus sum, in elaborandis lentibus telescopiorum, iisque poliendis, si inquam conteratur hæc arenula, primò quidem fuscum colorem exhibet, si tamen ulteriùs conteratur candorem aliquem exhibet. Si utaris arenula exquisitè alba, postquam contrita est subcinericium colorem induit, vixque invenies corpus quod ex attritu colorem non immutet; præcipuè si, non communiter, & ad sensum tantum sed extraordinario modo contundatur: sed per hujusmodi attritum nulla fit temperamenti mutatio, sed tantum figuræ, igitur ea sola mutatione figuræ mutatur color.

Si aqua quæ nullius censetur coloris in spumam abeat hoc est in sphærulas conformetur; candicabit, & hoc, candore non tantum apparenti, sed etiam reali & fixo cum ab omni parte inmotatus spectetur; & non tantum aqua, sed ipsum etiam attramentum, si in spumam motu figuretur albicabit.

3. Omnia ferè quæ vi ignis in minutissimas partes dividuntur, candorem habent, licèt proprietates suas retineant & diversum temperamentum, suum saporem & alia id generis.

4. Ex sola mixtione aquæ cum oleo, fit color albus, ex mixtione diversæ aquæ, non quidem simplicis, non dissimilis tamen coloris à communi, innumeri colores fiunt, & alia hujusmodi.

5. Ex sola diversa luminis refractione omnes exurgunt colores, ut in Iride, in prismate triangulari, in sphæra vitrea aquâ plena: ergo & reflexio idem præstare poterit. Quid enim potest refractio facta in trigono, nisi certo ordine, & figurâ radios transmittere, nihil enim aliud excogitari potest. Cùm trigonum ejusdem sit rationis, cum alio vitro; ergo si ratione suæ substantiæ aliquid adderet lumini, quodcumque vitrum & sub quacumque figura eosdem adderet colores, sed hoc est falsum; requiritur enim certa figura: ergo certi sumus solam figuram id præstare; quæ secundum omnes activa non est; quidni figura in reflexione idem præstare poterit?

Addo ulteriùs quod si facultas soli tribuatur refractioni in qua nempe radius penetrat corpus diaphanum cum jam ostenderimus supra omne corpus, secundum minutissimam superficiem esse diaphanum, & lumen admittere; via ulla fiet unquam reflexio in qua aliquid admixtum non sit refractionis. Ergo poterit in omni reflexione ex sola corporis reflectentis diversa figura, etiam nullo admisso alio colore omnis exoriri color, ideoque superfluus erit color distinctus.

Non urget quod affertur de Augustissimo Eucharistiæ Sacramento, quantitas enim quæ reflectit lumen, immò quæ reflecteret corpora, servat eandem figuram secundùm minutissimas partes quam habebat panis, aut vinum ante consecrationem.

Quæ à me dicta sunto tantum animi gratiâ, non ut mathesin nostram ulli sententiæ addicam, quæ in omni opinione physica æqualiter suas demonstrationes peragit.

DIGRESSIO VI.

Physica.

An præter lumen dentur aliæ colorum species impressæ.

Hactenus invaluit ea apud Peripateticos opinio, à quocumque objecto visibili per totum medium diaphanum propagari, accidentia aliqua, quæ sint ipsius objecti visibilis vicaria, & determinent potentiam visivam ad perceptionem seu visionem ejusdem objecti. Putant autem multum præsidii in argumentis nostris Mathematicis se nacturos, præcipuè cum visio per radios reflexos, aut refractos fieri manifestum sit. Existimant enim hujusmodi modos videndi, nullam vim habituros nisi aliquid per medium propagaretur, quod talium affectionum capax esset. Nos in hac digressione præcipuè expendemus, an argumenta quæ ex principiis nostris deducuntur huic opinioni vel tantillulum faveant, an verò principiis nostris omnem suam vim obtinentibus, facilè quis hujusmodi species possit non admittere.

Præcipuum autem argumentum est, quod potentia indeterminata ad perceptionem unius, vel alterius objecti, determinari debeat per aliquid quod ipsi conjunctum sit, ut potiùs unum cognoscat, quam aliud. Quod verò oculus sit potentia indifferens experientia patet: sed nisi admittantur hujusmodi species ab oculo productæ, nihil excogitari potest, quod sit potentiæ visivæ conjunctum, à quo determinari possit, ut potius unum colorem percipiat, quam alium; ergo tales formæ admittendæ sunt. Objectum enim distat à potentia visiva; nullum autem corpus distans potest determinare potentiam visivam, vel enim illa determinatio est formalis & tunc deberet determinativum recipi in ipsa potentia, vel illa determinatio quod est probabilius, est effectiva cum in effectu producendo aliqua elucescat perfectio ipsi objecto respondens; nempe esse repræsentativum ipsius objecti; sed objectum absens hanc determinationem effectivam præstare non potest, secundum commune axioma, nulla causa efficiens agit in passum distans. Addo quod si objectum etiam nihil propagando per medium determinare posset oculum ad videndum: nulla esset ratio, cur interposito quocumque corpore, impediretur visio, seu quare requireretur, ut objectum esset in linea recta ab oculo ducta, & quare ad omnem distantiam æqualiter non videretur: ita ut rectâ, & occultatâ quacumque objecti parte, pereat etiam repræsentativum ejus, & consequenter ejus repræsentatio. Deinde nulla esset ratio cur pro varia interjecti medii raritate, aut densitate, variæ sequerentur visiones.

Neque autem lumini potest id muneris demandari. Quod enim repræsentativum est unius, non potest ipsum immutatum esse repræsentativum alterius; sed lumen est repræsentativum corporis lucidi à quo procedit; ergo immutatum non potest esse repræsentativum corporis colorati; quod si dicatur mutationem aliquam recipere, id quo mutabitur seu id quod recipiet, erit id quod speciem vocamus; cùm enim id quod additur lumini sit repræsentativum colorati, benè vocabitur ejus species. Igitur semper ex eo capite negari non poterit species.

Non tamen ex eo ratiocinio evincitur adhuc tale repræsentativum aut simul cum lumine propagatum, aut lumen afficiens & modificans esse speciem impressam, qualem nobis describunt Philosophi; sed adhuc nobis liberum erit variis entibus hujusmodi vim, & efficaciam conferre. Et primò ut propiùs ad opinionem illam specierum accedamus, videntur hujusmodi repræsentativa cum lumine propagato, non esse ejusdem rationis cum coloribus in corpore terminato, seu opaco existentibus. Nam ex diversitate effectuum formalium diversitatem etiam formarum agnoscimus; sed color in corpore opaco existens, habet alios effectus formales, quam habeant illæ formæ quæ à colore per medium propagantur; colores quippe existentes in opaco impediunt quo minus alius color in eodem opaco recipiatur; & insuper ne formæ repræsentativæ aliorum colorum in eodem opaco recipiantur. Secundò formæ per medium propagatæ, visibiles non sunt, saltem visione directa, & quantumvis in loco magis extenso producantur, non minuunt tamen, aut augent visionem objecti primarii, & coloris. Immò neque in visione reflexa videntur hujusmodi species, tam in ea quæ fit in speculo terso, & polito, quàm in ea quæ accidit in reflectentibus scabris & non politis. Colores autem habent hoc ut terminent visionem, igitur istæ formæ productæ per medium non sunt ejusdem naturæ cum coloribus quæ sunt objecta visûs.

Multò minus sibi persuadeat facilè aliquis; id quod à colorato propagatur per medium, esse corpuscula quædam; quomodo enim tam tenuis substantia quæ in colorato invenitur, posset evaporare, & extrudere ex se tam citò, tam diu tantam copiam corpusculorum, ut spatia tam vasta iis impleat, cum ex omni puncto spatii quilibet color eodem tempore visibilis sit.

Deinde quænam esset vis motiva à qua moverentur & impellerentur hujusmodi corpuscula, seu corporum exuviæ, ut in omnem ferantur loci differentiam, & quæcumque media etiam durissima, diaphana tamen, maximâ velocitate, & ferè in instanti pervadant; cur ab aliis alia ratione & contraria motis non sistuntur, aut saltem leges directionis non mutant. Quod etiam deberet accidere quoties vacuitates in directum jacentes non invenirent. An alia atque alia continuo fluxo sibi succedunt, an eadem remanent; si ultimum quomodo ablato objecto non amplius in medio sustentantur, sed decidont. Si verò primum, quam ingens & intolerabilis corpusculorum multiplicatio.

Addo quod moto diaphano, & agitato, nullo modo mutent situm; cum tamen si corpuscula sint, quantitate non careant, & consequenter facilè à ventis aliisque motis corporibus alio averti possint. Nec facit quidquam quod ferri ramenta priùs languentia excitari possint, & in certas locas dirigi, si magnes accesserit. Primò quidem ferri ramenta etiam hoc modo directa, ab aliis corporibus impelli, & ab ea directione detorqueri possunt.

Secundò etiamsi admitterentur spiritus seu halitus quidam à magnete emitti, qui tamen in ipsum recurrant, non continuo admittendi essent, in corporibus coloratis propter sphæram activitatis ferè infinitam, & consequenter incredibilem corporum multiplicationem, quæ tamen in eodem penè medii spatio invenirentur. Restat igitur

ut detur aliquid aliud, seu id quod à coloratis propagatur per medium sint species aliquæ, seu accidentia, quæ non à lucidis per motum localem in medium transeant, sed in ipso producantur, immò ut supra dixi de lumine una species aliam non producat, sed immediatè producantur omnes à colorato, excitato nempe per lumen.

Proprietates autem sunt plurimæ hujusmodi specierum, nempe quod in singulis partibus saltem physicis medii producantur singulorum objectorum, immò singularum partium objecti species. Quod patet tam in foramine quocumque fenestræ, quam in foramine uveæ per quod trajiciuntur singulorum coloratorum species: si enim alicujus partis species in eo foramine non invenirentur, neque ulteriùs ab iisdem coloratis produci possent, ne agerent in distans. Idem evenit in lente convexa, in qua recipi debent omniū eorum objectorum species, quorum imago depingitur in charta opposita: Et licet si retina esset in eo loco in quo omnium objectorum species recipiuntur, maxima esset confusio, nulla tamen sequitur in retina, quia post foramen in qualibet parte non inveniuntur singulorum objectorum species sed tantum eorum à quibus ad talem determinatam partem per foramen patet recta linea.

Alia proprietas hujusmodi specierum est, ut in eadem parte medium coloratum album verbi gratia producat speciem sui, etiamsi idem medium habeat jam similem qualitatem immo multò perfectiorem, quod jam de lumine supra notavimus; ita ut in eo multum differat propagatio luminis & specierum à propagatione caloris cæterarumque qualitatum.

Tertia est quòd sæpe in medio rariori, intensiores producantur species quam in medio densiori, prout figura mediorum confert ad talem intensionem: Ita post lentem vitream radii solares adunantur & fiunt potentiores in aëre, idem evenit in reflexione.

Quærunt hîc communiter authores istius sententiæ, an hujusmodi species ita sint affixæ suis objectis, ut quæ est repræsentativa unius objecti non sit repræsentativa alterius, putantque se invenisse demonstrationem ad id asserendum, quod si oculo objiciatur totum aliquod coloratum, detecta nova illius parte, priores non meliùs videantur, igitur species productæ ab una parte objecti inutilis est ad visionem alterius partis: ergo species ut vocant sunt indivisibiles in repræsentando.

Nihilominus puto hoc argumentum nihil omnino concludere. Concedo quidem speciem ab uno agente immissam quamdiu in retinæ parte diversa recipitur, non juvare potentiam ad hoc ut videat objectum cujus species in alia retinæ parte recipitur. Si tamen species duorum in eadem retinæ parte physica excipiantur, illæ duæ concurrent ad unicam visionem utriusque objecti; quod accidit in plerisque casibus in quibus confusio oritur. Immò in omni visione, quia non distinguimus in objecto, usque ad minutissimas atomos; necessarium est ut in eadem Physica parte retinæ exerceatur indivisibiliter, ut vocant, visio totius objecti; ita ut in minori parte exerceri non posset ulla visio, & in tali casu una pars objecti facit ut alia etiam videatur quæ sola non videretur. Deinde nescitur an species quæ ab uno ovo verbi gratia producitur ab alio produci non possit, & dum objicitur ovum A, an alia visio producatur in oculo, quam si ovum B fuisset propositum. Scio saltem me nullam differentiam advertere posse, ita ut si Deus ita auferret ovum A et eodem instanti substitueret ovum B, ego nihil advérterem. Unde puto fore eandem visionem. Inclamabis: sequeretur me videre omnia ova dum video ovum A. Respondeo negando sequelam, dicor enim videre illud ovum quod produxit in oculo visionem, quod si intelligas quod habeam visionem quæ possit aptari omnibus ovis omnino similibus hoc ultro concedam.

Dices adhuc si species non essent affixæ suis objectis; sequeretur, quod species duorum objectorum similium se mutuo intenderent in eodem medio, quod videtur absurdum.

Respondebo facilè concedendo hoc totum nempe quod si in eadem parte retinæ duorum alborum species recipiatur, quod mutuo se intendant, & melius operentur, seu sequatur visio fortior; si verò recipiantur in eadem parte medii, concedo item sequi eandem intensionem. Nego tamen propterea objectum melius videri, quod quidem sequeretur, si una species aliam produceret, sed mihi demonstratum est nec speciem, nec lumen esse sui similis productiva, ut satis ostendi superius.

Alia afferuntur argumenta quibus probatur specierum existentia. Quæ præcipuè petuntur ab aliquibus experientiis, nempe quid videatur in speculo, quid in cubiculo clauso in quod per foramen radiant objecta, quid dum lumen solis transmittitur per vitrum rubeum, In quibus omnibus experimentis volunt nonnulli videri species. Quia tamen, neque specierum propugnatores acerrimi propterea admittunt illas unquam videri, sed tantum per illas objecta, ideò responsionem tantisper differamus.

Multi varias inivere vias ut tantam specierum multiplicitatem à Philosophia procul ablegarent. Et primò quidem cum illæ ferè omnes quæ communiter speciebus attribuuntur proprietates, quo ad productionem, & propagationem, lumini conveniant, nullas à lumine distinctas species agnovere.

Quare nonnulli dixerunt lumen ab objectis modificari, & hoc pacto modificatum sufficienter esse determinativum visus ad perceptionem diversorum objectorum, pro varia modificatione. Si tamen nihil aliud addatur, non satis solida est ea responsio. Primò quia si velit eam modificationem esse productionem alicujus modi in lumine, quia modi activi non sunt, id autem quod additur lumini, activum esse debeat, & concurrere ad productionem visionis; aliquid aliud admitti debet. Deinde non invenio magnum compendium in eo, tanta enim est difficultas in admittenda tanta modorum copia, quanta in admittenda qualitatum copia; neque enim cariùs væneunt qualitates, quàm modi, immò est aliqua potior ratio cur qualitates asserantur quam modi, propter activitatem quam in oculo exercere debent.

Secundò alii dicunt lumen tingi colore, quid autem sit istud tingi non ita facilè intelligitur: quod enim colore tingitur corpus est; quare si in ea sententia quæ lumen verum accidens esse agnoscit loquendum sit, non bene intelligitur quid sit tingi, nisi quod in eodem subjecto in quo est lumen, etiam ab objectis producatur aliquis color: sed cum ille color per se non sit visibilis, debet esse alterius rationis, ac ille qui invenitur in corporibus opacis.

Alius

Alius modus qui probabilitatem aliquam habet, est lumen in corporibus coloratis certam configurationem accipere, quâ reflectitur aliò atque aliò modò; quod enim lumen reflexionem patiatur, in omni opinione dicendum est. Quod à variis corporibus variè etiam reflectatur, nemo negare potest. Qui unicum admittet principium inferius explicandum, nempe angulos incidentiæ, & reflexionis æquales esse; & de facto videmus superficies concavas in unum radios congregare; convexas dispergere, sphæricas in omnem partem, cylindricas partim dispergere, secundùm eam partem quâ circulum imitantur, partim verò eundem radiorum ordinem conservare, prout longitudinem rectæ lineæ obtinent. Restant duo videnda.

Primum an colorum distinctio petatur à varia dispositione partium minimarum; quod satis probabiliter superiùs diximus. Si enim aliquis eam partium diversam texturam non advertit, quia aciem oculorum nimis obtusam habet; microscopio utatur, videbitque ea quæ sunt albi coloris, constare ut plurimum sphæricis partibus, quæ lumen ferè uniformiter in omnem partem remittant; & ita de cæteris partibus dicendum est. Secundum est an diversa illa luminis configuratio omnem omnino colorem ostendat: & hoc iterum valdè probabiliter concedetur ab eo qui iridis aut triangularis prismatis colores attentiùs inspexerit. Quid enim præstat illa refractio, ut quoties radius aliquis ita incidit in corpus densum, ut una parte sit tenuius & graciliùs corpus illud, quàm ex alia, toties varii colores, & pro vario angulo, & dispositione idem lumen trajectum varios colores exhibeat: ita ut nullus sit color, qui hoc modo repræsentari non possit. Unde quotiescumque lumen reflexum ab aliquo corpore, ita remittitur, ut eundem servet situm, & radiorum dispositioné quam habebat ante reflexionem, quando nempe à lucido prodibat, sit aptum ad repræsentandum idem lucidum; si verò radii mutent eam configurationem, aliamque induant, similem illi quæ invenitur in corpore reflectente, jam repræsentent corpus illud. Si denique non amittant omnino, utrumque repræsentent, ut accidit in Iride in cujus singulis stillis imago solis videatur, quæ in guttis grandioribus, aut in sphæris vitreis meliùs agnosceretur. Quod si difficile sit singulorum colorum figuras assignare, hoc nullo modo probabilitati hujus opinionis præjudicat. Si enim assignaveris quænam configuratio luminis requiratur ut colorem croceum referat in Iride quam tamen assignare teneris, cum ibi nullus sit color, qui suas species simul cum lumine propagare possit; assignabo & ego quænam requiratur configuratio ut singuli colores exhibeantur. Qui optimis microscopiis instructi sunt, poterunt forsitan aliquid claritatis huic opinioni affundere. Si corpora diversi coloris attentiùs intueantur, jam ferè notatum est corpora alba, sphæricis partibus plurimis constare, nigra verò ut sunt carbones, fissuris, quæ exceptos lucis radios intra ipsum corpus absorbeant. Quis enim facilè non admittat in coloribus diversis diversam configurationem, qui attenderit ad ea quæ ex singulis corporibus per alchymiam extrahuntur. Sal enim varium variè configuratum è diversis mixtis educitur. Sal commune in cubos configuratur, eductum ex aliquibus arboribus in acicula; ex aliis, in exagona similesque figuras abit.

Qui modus explicandi communis esse potest tam illi opinioni quæ asserit lumen esse corpus, quam communi existimanti esse accidens, utraque enim admittit reflexionem similem; licèt ex principiis diversis oriatur.

Sunt autem ex iis qui lumen tenuissimam esse substantiam à corpore luminoso evibratam asserunt; & qui consequenter, ut omnem speciem eliminent, dicunt lumen in corpora colorata evibratum tingi eodem colore; & hoc exterius tantum secum auferendo, & abradendo aliquam ejusdem corporis subtilissimam superficiem. Eo modo quo pila lusoria in parietem nigrum impacta, secum aufert aliquid nigri parietis, & deportat; in oculum usque, unde asserere debent diuturno tempore ita deteri corpora, ut superficies colorata omnino abradatur.

Fatendum tamen est incredibilem luminis affluentis ad corpus coloratum, & inde remissi copiam, incredibilem hanc opinionem reddere: neque enim tam parum illius corporis singulis, ut ita dicam vicibus auferret, ut charta munda si in cubiculo clauso radianti per foramen panno rubeo exponatur omnino rubea videatur. Deinde quare hujusmodi corpuscula in medio non viderentur. Unde facile possunt revocari ea omnia, quæ sistendis hujusmodi corpusculis objecimus. Quæ etiam contra lumen hoc modo consideratum suam vim obtinent.

Ut meliùs vis repræsentativa luminis intelligatur; eam in duas partior. Prima erit circa figuram objecti: Secunda circa colores. Hæc ultima meliùs intelligetur postquam refractiones coloratas explicuerimus. Prima autem non differt, ab eo quod lumen à singulis partibus corporis illuminati in omnem partem sensibiliter remittatur. Nam lumen non est repræsentativum corporis, à quo reflectitur, nisi in oculo recipiatur: In quo idem accidit quod in cubiculo clauso, cujus foramen instruitur lente convexa.

Posito enim quod à singulis partibus corporis remittatur lumen quod in lentem convexam incidat, ad aliquam distantiam ita distribuuntur, & ordinantur ij radij, ut similem figuram in apposita charta exhibeant. Unde vis repræsentativa luminis non distinguitur ab eius propagatione per lineam rectam, vi cuius efficitur; ut similis figuræ imago exhibeatur in oculo; unde quoad hoc, non videtur magna difficultas. Quod si lumen asseramus secum aliquid coloris deferre, aut tingi; quomodocumque tandem id explicetur soluta erit difficultas.

Liceat & mihi symbolum conferre; neque tot admissis entitatibus, & speciebus aperire tamen viam obiectis visibilibus, ut in oculum agere possint. Tota difficultas oritur ex eo quod colores in obiectis existentes non possint in oculum agere cum ab eo tanto sæpe distent intervallo, quin aliquid propagetur per medium. Secundum commune effatum: Non datur actio in passum distans: Nescio tamen an ab omnibus bene intelligatur quænam actio in distans à Philosophia negetur; Iam indicavi meam mentem, repeto tamen, non omnem actionem in distans negari: Puto me ferè demonstrasse (quantum res physicæ sunt demonstrationis capaces,) solem immediatè lumen producere hic in terris, nec unum lumen ab alio pendere, saltem soló. Igitur iam habemus aliquam actionem in passum distans, modò propagetur aliqua actio eiusdem agentis, per totum me-

duint.

dium. Immò forsitan posset dici lumen unum aliud producere, non quidem solum, sed simul cum agente primario. Secundò aliud genus actionis in distans admitti debet: dum igni luculento manum admoveo, an sola superficies extima me calefacit, an verò totus ignis; dici non potest quod ultima tantum superficies me calefaciat, cum nulla sit ultima determinata, omnis autem actio determinata, determinatam etiam habeat causam; ideoque angelus posset assignare causam productivam talis calefactionis. Dicendum igitur est ignem secundum aliquam profunditatem me calefacere; hoc est calorem in manu productum pendere ab aliqua parte illius ignis divisibilis secundùm profunditatem. Immò communis opinio asserit totum ignem per modum unius esse causam productivam caloris in manu; cum sublatis partibus remotioribus, tantus calor non produceretur, sed multum imminui sentiretur. Dico autem partes illas remotiores non agere per totum medium. Nullum enim simile agit in passum sibi omninò simile, sed partes illæ remotiores ignis, sunt omninò similes vicinioribus, ergo nihil in ipsis producere possunt; ergo fieri potest ut agens partiale conjunctum cum alio per medium diffuso, & continuato usque ad passum, coagat tamen cum illo, etiamsi nihil per medium producat.

Suppono item necessarium esse lumen ad productionem visionis, cum sublato lumine nihil videamus, insuperque volo lumen ad visionem etiam efficienter concurrere, quoties enim præsentia alicujus, ad productionem effectûs requiritur; de quo nō constat, quod activitate careat, illud omne activum esse asserendum est; sed lumen activum est, ut constat ex productione caloris: ergo si requiritur ad visionem, ad eam producendam effectivè concurrit.

Denique dico nullas omnino species necessarias esse ad visionem; sed sola objecta colorata, efficientia unum totale agens cum lumine ab ipsis ad oculum propagato, posse sufficienter determinare oculum ad videndum.

Si quæ ratio obstaret quo minus objecta in oculo possent immediatè producere visionem simul cum lumine, esset distantia, sed hæc non impedit; ergo nihil impedit. Probatur minor, distantia objecti partialis non impedit quominus agere possit in passum distans, modò agens totale protendatur usque ad passum: sed objectum est tantum agens partiale, cum supponam lumen per medium ab objecto ad oculum propagatum, esse etiam partiale agens; ergo hæc distantia non impedit quo minus possit agere in oculum.

Ex hoc vides rationem quare de nocte non vides, quia nempe deest agens partiale per medium propagatum, nempe lumen: quod cum sit agens quasi universale respectu omnis visionis, continuat objecta cum oculo, & componit ex iis omnibus unum agens totale. Neque requiretur ulla luminis immutatio, sed sola terminatio quæ in eo consistit, ut ab aliquo agente reflectatur ad oculum; sitque concatenatio quædam ab objecto ad oculum.

Ad id quod dicitur idem immutatum operari idem. Respondebo idem immutatum in se, sed conjunctum cum aliis diversa operari posse secundum commune effatum, sol & homo generant hominem.

Restat mihi inquirendum quid videatur in plurimis casibus in quibus, objectum non existimatur posse terminare visionem. Sunt autem isti præcipuè. Primus est dum aliquid spectatur reflexè: quæritur ergo quid tunc præcisè terminet visionem, non objectum, quia quod non est in speculo non videtur in speculo, objectum autem non est in speculo, ergo non potest videri in speculo; ergo objectum in speculo producit suam imaginem, seu speciem quam deinde intuemur. Facilis est meo quidem judicio responsio; concedendo objectum non esse in speculo, asserendo tamen videri in eo loco in quo non est, & hoc quilibet fateri debet.

Quæro enim in visione directa an species, an vero objectum terminet visionem; non species, cujus nullam omninò cognitionem habemus: cum neque ratiocinio colligere possimus an talis species detur in rerum natura; non dubitamus autem de existentia eorum, quæ sensu percipimus. Si objectum; ergo percipimus objectum per visionem directam, cum tamen propter mutationem horopteris, sæpè in alieno loco videatur, in quo ne quidem illius species invenitur. Deinde falsum est speciem objecti in eo loco produci in quo videtur esse objectum; nam objectum apparet intra profunditatem speculi, in planis nempe tantum immersum intra speculum, quantum ab illo distat; ubi nulla species, impediente speculi opacitate producitur. Denique licèt produceretur species in speculi superficie, ea tamen confusissima esset, & minimè ordinata; ergo si ipsa prout est in speculo terminaret visionem, confusa appareret. Confusam autem voco speciem quæ ita se habet, ut in singulis loci partibus inveniantur species repræsentativæ omnium partium objecti; sed in singulis partibus speculi invenirentur species omnium partium objecti, à quibus duci potest linea recta; ergo est confusissima eadem responsio applicanda est refractioni, ex qua etiam sequitur objectum apparere extra proprium locum; item omnibus illis casibus in quibus oritur ejus multiplicatio.

Secundus casus est celebris, Quæritur quidnam videatur supra chartam expositam foramini, cubiculi undique clausi: neque enim hoc spectaculum est merum oculorum ludibrium; ibi ergo aliquid videtur: suis propriis expressum coloribus, si nempe lente convexa benè elaborata foramen instructum fuerit. Assero tamen neque in tali casu speciem videri, sed objectum reflexè nempe, si oculus sit ante chartam; refractè verò si trans chartam respiciatur.

Sed urgebis in nulla reflexione objectum videtur ex omni parte, sed ex determinato loco spectari debet.

At in nostro casu nullus assignatur locus determinatus: igitur non videtur reflexè. Major ita probatur. In omni reflexione observatur æqualitas angulorum incidentiæ, & reflexionis: sed quoties æqualiter spectatur aliquid ex omni parte, seu sub omni angulo, non observatur hæc æqualitas, cum impossibile sit ut idem angulus incidentiæ æqualis sit majoribus & minoribus angulis reflexionis: ergo dicendum est speciem in charta productam, ibi videri ex omni parte. Respondeo distinguendo reflexionem duplicem, eam quæ fit in speculis politis, & lævigatis, & aliam quæ fit in corporibus asperis, & scabris. Primam assero determinatum sibi vendicare locum in quo oculus collocetur; eam verò quæ in corporibus scabris accidit, nullum oculo assignare locum. Ut autem responsionem meam indubitato confirmem expe-

rimento

rimento, pro charta substitue speculum perfectum; & objectum, non ut prius in ipsa speculi superficie spectabis, sed intra ejus profunditatem, non sub quocumque angulo, sed tantùm sub certo, & determinato, & hoc sæpius expertus sum. Ratio autem quare in obice aspero, & scabro appareat ex omni loco, est hæc. Cùm quælibet pars sensibilis illius obicis v.g. chartæ, constet innumeris penè superficiebus variè inclinatis, nullus est radius luminis ab objecto in chartam emissus, qui sensibiliter in omnem partem non remittatur, atque adeò qui non uniat sufficienter illam objecti partè cum oculo. Observatur quidè in singulis superficiebus seorsim spectatis æqualitas illa angulorum incidentiæ, & reflexionis: non tamen necessarium est, immò impossibile ut observetur illa æqualitas spectando totam chartam per modum unius superficiei. Denique objectum non videtur intra profunditatem chartæ, sicut intra profunditatem speculi perfecti, propter exiguitatem & diversitatem illarum superficierum; ex eo enim accidit, ut cum radii omnes ad idem objectum pertinentes eandem physicè partem chartæ attingant, & in ea uniantur, oculus excipiat radios à tali parte objecti, physicè eodem modo, ac si verè illa in tali chartæ superficie existeret. Hoc est cùm radii ab una objecti parte procedentes, remittantur in omnem partem, remittentur etiam ad diversas partes pupillæ, sed si objectum existeret in ipsa charta, etiam eodem modo radiaret in omnem partem, & consequenter in diversas partes pupillæ; ergo eodem modo propagantur illi radii, ac si revera objectum esset in charta; ergo objectum videbitur esse in charta. Quando verò substituitur speculum loco chartæ, longè aliter se res habet; nec videbitur objectum esse in speculo, nam radii ad eandem objecti partem pertinentes, licèt sint uniti in superficie speculi, non remittentur propterea in oculum, ideoque debebit oculus in ea esse distantia à speculo, & speculum à lente, ut illæ duæ distantiæ simul sumptæ æquales sint illi intervallo ad quod removeri debet lens convexa à crystallino, ut per eam videatur objectum inversum, & distinctum, alioquin erit confusio: sed hoc ultimum melius explicabo in catoptricis. Notandum autem me locutum de illo casu in quo instrueretur foramen lente convexa, si enim foramen nudum esset, & apponeretur speculum; eodem modo videretur objectum, quo sine foramine communiter spectatur per reflexionem, nullaque intercederet differentia, nisi quòd tanta objecti pars detegeretur, quanta esset magnitudo foraminis, & non amplius.

Restant tamen aliquæ difficultates, nempe quod si admittatur, ut reflexè in corpore scabro aliquod objectum videri possit, deberem vultum meum videre in pariete, sed hoc est contra experientiam; ergo & illud. Si enim radii vultus mei impingentes in parietem reflectuntur in omnem partem, remittentur etiam in oculum, nihil autem requiri videtur aliud nisi, ut radii luminis ab objecto procedentes in oculum, ut ita dicam illud conjungant cum objecto. Hanc difficultatem puto communem esse omni opinioni, hoc est sive admittantur species, sive non, quidquid enim de luminis reflexione dicitur, facilè de speciebus asseri potest. Immo etiamsi species admitterentur visibiles, quæreretur pariter cur charta quomodocumque proposita uti non possum ut speculo, nec in ea species faciei meæ spectare, licèt eas spectem, dum producuntur per foramen in cubiculo clauso. Di-ces extra casum cubiculi clausi, nimiam lucem aliunde affulgentem eas obliterare, quam responsionem etiam pro me assumo.

Ut solvatur tamen omninò difficultas, sumatur præ manibus lens convexa, eaque oculo admoveatur; videbitur objectum situ naturali, & erecto. Removeatur sensim lens ab eodem oculo, videbitur quædam confusio; immò potiùs nihil penitus spectabis; nisi lentem benè, & probè illuminatam. Idem eveniet si habeas ad manum speculum concavum; quod si oculo propiùs admoveris vultum tuum, majorem tamen spectabis; quod si ulteriùs illud removeris ab oculo, nihil ampliùs, nisi speculum apparebit.

Si autem quæram rationem, respondere debes in utroque casu radios à singulis partibus faciei in speculum emissos, ita reflecti ad oculum; ut ab omnibus speculi partibus remittantur, & in omnibus retinæ punctis simul omnes inveniantur, ideoque cum sit confusio summa, nihil distinguitur.

Idem etiam in nostro casu dicendum est, dum vultui meo oppono chartam, aut parietem; singulæ quidem partes faciei emittunt radios, in singulas parietis; quæ radios quoslibet sensibiles remittunt in omnem partem; ergo radii, verbi gratiâ, oris remittuntur ad oculum, ab omnibus, & singulis parietis partibus, idem dico de naso, ergo erit summa confusio, nihilque omnino videre debeo: quia simul in eadem retinæ parte inveniuntur radii pertinentes ad nasum, genas, & cæteras quascumque partes. At verò si esset interpositum aliquod corpus, illæque faciei partes radiarent in parietem tantùm per foramen exiguum, jam distribueretur uniuscujusque partis radiatio, unaquæque peculiarem sibi vindicaret partem in pariete, in quam ageret: quare sic vitarâ confusionè jam aliquid in pariete spectaretur. Licèt autem quælibet pars objecti radiet in quamlibet partem speculi tersi, non tamen remittitur quilibet radius in omnem partem; sed tantùm aliqui determinati à determinatâ parte speculi, remittentur ad oculum; & alii ex alia, ideoque vitatur confusio.

Dices, esto sit confusio, saltem debebit videri tota facies, & singulæ ejus partes in singulis parietis partibus, præcipuè si sint ejusdem coloris. Respondeo si ab eodem pariete remitterentur radii pertinentes ad objecta solùm unius coloris; tunc ea omnia objecta viderentur in pariete, ut si radii emissi à rubeo, verbi gratiâ, colore in pariete, (nam omnia circumobjecta radiant in singulas parietis partes; & eorum radii in omnem partem à singulis parietis partibus remittuntur) tunc in quam si prævaleant radii à rubeo profecti, videbitur objectum rubeum in pariete per reflexionem nempe. Si verò æqualiter se habeant nullum objectum apparebit in pariete.

Ex quo duo solvere potes, primum quidnam videatur in pavimento dum solis radius per vitrum verbi gratia rubeum transmittitur. Respondeo videri vitrum rubeum, item videri pavimentum: videtur autem quia radius à tali vitro profectus & remissus in omnem partem prævalet, omnibus aliis ab eadem pavimenti parte remissis. Visio tamen illa est sine distinctione partium; unde ferè in omni visione præcipuè rerum à sole directè illuminatarum sol videtur, ita si tingeretur aliquo colore, omnia infici eodem colore viderentur: hoc est in omnibus per reflexionem sol videretur,

deretur, confusissimo genere visionis. Non advertitur autem hujusmodi visio quia sol non habet peculiarem aliquem colorem, sed ejus lux omnibus coloribus perfectè se accommodat.

Secundum. Quòd etiam ex hac doctrina, quam solidam existimo, potes rationem reddere, quare in ea cubiculi clausi experientia, si affulgeat lux aliqua aliunde quàm per lentem vitream; evanescat omnino illud spectaculum, & obliteretur. Tunc enim lux illa radiat in omnes partes, ideoque in chartam illam, quæ habet rationem speculi, & inde remittitur in omnem partem, & consequenter in oculum. Quia verò debile erat lumen illud quod per foramen radiabat in chartam, & inde in oculum, cum etiam remitteretur in omnem partem, inde fit ut oculus non advertat ad illud lumen, neque ad ejus objectum; sed alia quæ fortiora sunt potentius illud moveant.

Mirabitur fortasse aliquis cur in recensendis pluribus opinionibus non satis aperuerim meam mentem, nec satis indicaverim quid sentirem cum hoc videatur lectori ambiguitatem aliquam relinquere. Jam dixi me id fecisse ne viderer nostram Mathesin uni opinioni addicere, quæ omnibus explicandis aptissima est; opiniones communes & ab omni ævo receptas, ut solidiores existimo, licet aliæ suas etiam habeant probabilitates, & in nonnullis facilitatem aliquam paulò majorem præferant, ideoque nolui ex professo aliquam omnino reprobare, quia ferè ex singulis, saltem explicationis causa, aliquando mihi erit nonnihil mutuandum, nec dissimulabo quid cuique melius quadret.

DIGRESSIO VII.

Physica.

Quam probabilitatem habeat ea sententia qua visionem per extra-missionem fieri asserit.

Quamvis modò ferè omnes Philosophi & Mathematici, in eo conveniant, ut asserant potiùs objecta in sensum agere, quàm sensum in objecta, longè tamen alia fuit mens celebrium alioquin authorum, qui sine aliqua saltem veri similitudine id nunquam in medium protulissent. Debemus ergo hic proferre quibus rationibus permoti id asseruerint.

Prima ratio deducta fuit ex figura oculi quæ cava non est, nec ad receptionem idonea, sicut aliorum sensuum, qui in poris exercentur; aut in cavitatibus. Hæc tamen ratio nullius est momenti, cum supra ostenderimus non potuisse meliùs efformari oculum ad excipiendas, & uniendas actiones agentium præcipuè lucidorum; ita ut ex sola oculi fabrica contrarium potiùs concluderem.

Volebant autem id quod à nobis emittitur esse lucem, non explicabant tamen quomodo lux illa conferret ad visionem, vel quomodo per eam videremus. Neque enim ut puto existimabant illam lucem vivere, aut habere facultatem sentiendi; eo modo, quo ad palpandum aliquid, extendimus brachium & manum, manus enim sentit, & vivit. Debent igitur explicare, ut supra explicuimus, exemplo nempe cœci qui baculo prætentat iter, ita ut sentiamus quasi aliquam resistentiam quam objecta faciunt illi luci, diversam pro varietate objectorum. Unde putabant se melius rationem reddere quomodo distantias objectorum perciperemus; ex quantitate scilicet illius luminis quod emitti debet ut objecta cognosceremus, quod quidem meo judicio difficultate non caret; neque enim sentimus talem à nobis lucem emitti, atque adeo neque quantum emittatur cognoscemus. Satis benè intelligo quomodo cœcus noster qui præcognitam habet sui baculi longitudinem, prætentando objecta, possit in distantiæ cognitionem aliquam venire, si tamen longitudo baculi omnino illi incognita fuisset, nec posset ex sustentatione, gravitate, & aliis circumstantiis de illa judicare; quomodo inquam distantia illi nota fieret, unde puto ex eo capite nullum majus emolumentum percipi posse; quam ex opinione communi. Putavi ergo quod cum objectum videamus in suo loco, ita ut visio etiam aliquo modo eum repræsentet, ideo imaginatio nostra videtur ferri ad aliquid exterius & cõsequenter visus: & hæc fuit hujus opinionis occasio.

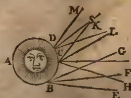
Ratio tamen præcipua quam attulerunt est hæc: nempe quod sint animalia quæ de nocte videant, quorum oculi luminis aliquid emittant; ergo illa animalia vident per extramissionem, ergo fieri potest visio hoc modo, neque enim ea animalia aliquid patiuntur, aut recipiunt ab objectis; sed potiùs objecta ab ipsis. Nam lumen per reflexionem denuo recipere non possunt, quia lucidum à corporibus non lucidis quæ illuminat, lumen non recipit, alioquin citò daretur progressus in infinitum, dum mutuò suũ lumen augerent, igitur nobis explicandum restat cui sit usui tale lumen quod emittunt. Dico ergo illud lumen non emitti à retina, sed ab aliis oculi partibus, præsertim exterioribus, & hoc lumen ubi in corpora incidit, reflecti ad oculum, & consequenter oculum aliquid pati & recipere ab objectis; ita ut semper eo modo depingatur objectorum imago in eorum oculis; quo exprimitur in cæterorum animalium retina. Parum autem interest, quòd ab ipsis originaliter procedat illud lumen, vel à sole, aut ab alio lucido extrinseco, modò eadem fiat impressio in retina, quare concludo eam opinionem nihil solidi in se continere.

SVPPOSITIONES.

SUPPOSITIO I.

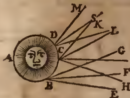
OMne lucidi punctum in omnem partem rectis lineis agit. Explicatur hæc suppositio. Sunt nonnulli qui non satis benè concipiunt naturam lucidi, fingunt enim à solo lucidi centro radios undique diffundi per lineas rectas; assero autem non solas centrales partes hanc habere vim, sed alias quascumque, ita ut à quolibet saltem superficiei lucidæ puncto aliquid luminis, in quolibet spatii puncto propagetur, modò linea recta utrumque possit connectere.

Sit enim sol A, in cujus superficie sumantur tria



puncta B, C, D; dico punctum B agere in omnem partem, ut per radios BE, BF, BG, item punctum C per

per radios CH, CL, CK & punctum D per radios DL, DK, DM & alios quoscumque modo per lineam rectam produci possint. Ratio est quia quæcumque pars lucidi, participat naturam lucidi; ergo tam benè agere potest in omnem partem



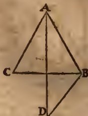
quam lucidum ipsum. Secundò experientia constat quamlibet partem lucidi ex quocumque spatii puncto videri, sed nisi ageret in omnem partem videri non posset; ergo agit in omnem partem. Ut si punctum C ageret tantum per lineam CL perpendicularem, essetque oculus in loco H, illud videre non posset. Addo ulterius quod radius qui propagatur, per lineam rectam producatur. Si enim interponatur inter oculum H & punctum C corpus opacum, non amplius videbitur punctum C. Ex quo sequitur id omne spatium collustrari lumine ad quod ex quocumque puncto corporis luminosi duci potest linea recta. Sequitur item in quolibet puncto spatii inveniri lumen, productum à singulis partibus corporis luminosi ad quas duci potest linea recta.

SUPPOSITIO II.

Plures partes corporis luminosi fortius agunt in eandem partem spatii, quam pauciores; seu quod idem est, plures partes lucidi cæteris paribus intensius lumen producunt in eadem spatii parte. Ut verbi gratia puncta lucida C, & D radient in punctum spatii K; dico intensiùs lumen producendum in spatio K, quam si solum punctum D ageret; quod experientiâ manifestum est. Dum enim, sol Eclypsin patitur, remissius producit lumen, quàm dum totus apparet. Deinde duæ partes ejusdem lucidi se habent, sicut duo lucida; sed duo lucida plus producunt luminis in eadem parte spatii, quàm unicum tantum.

SUPPOSITIO III.

Quod à pluribus etiam ejusdem puncti luminosi radiis illuminatur, intensiùs collustrabitur, cæteris tamen paribus. Sensus istius suppositionis



nis est, quod quò plures ejusdem lucidi radii, in corpus aliquod incident eo intensius erit lumen in eo productum. Hoc axioma experientia patet, si enim per reflexionem aut refractionem plures colligantur in aliquo spatio lucernæ alicujus radii, eò intensius erit lumen. Ut si sit punctum lucidum A, corpus illuminatum BC, in quod lucidum A, certos & determinatos emittat radios; sit autem aliud corpus BD æquale ipsi BC, quod pauciores excipiat radios quam BC; dico majus esse lumen in BC, quam in BD. Ex quo sequitur, quò idem corpus illuminabitur per majorem angulum; eò majus in ipso lumen producendum.

SUPPOSITIO IV.

Quò intensius est lumen in lucido, eò longiùs diffunditur. Experientiâ constat, ea lucida quæ languidius, & remissius lumen habent, illud non propagare ad tantam distantiam, propter quam rationem quæ luce tantum aliena lucent, quia jam valdè remissum lumen reflectunt, non ad tantam distantiam suum lumen propagant.

SUPPOSITIO V.

Lumini conjunctum esse calorem. Non expendo hic an aliquid sit in mundo quod propria luce fulgeat quod calidum non sit: & primò quidem in cœlo certū est solem solum propria luce splendescere, qui verè etiam calorem producit; dixi, producit calorem, nam an formaliter calidus sit, est quæstio merè philosophica, de qua nihil nisi divinando statuere possumus. Cæteri planetæ luce tantum mutuata splendent, de stellis cum exiguum habeant lumen vix discernere possumus, an etiam aliquid caloris producant. Volunt aliqui omnia calida per se lucida esse, ita calida exhalatio si paulisper ex circumstante frigido coarctetur, & constipetur, lucet & in flammas abit. Eadem exhalatio cum marinis aquis mixta, de nocte splendet, præcipuè si agitatione navigii & remorum in spumas abeat. Spiritus animales condensati splendent; ita felium oculi, flammas & lucem vibrant, spiritus item eorumdem animalium si adverso pilo confricentur, excitantur, & splendent. Ita volunt aliqui eos spiritus videri dum quis alapa percutit oculum. Idem dicendum est de vermibus, ostreis aliquibus quorum viscosus humor multo fulgore lucet.

Certum desumi potest experimentum in sole cujus radii in unum collecti ope lentis convexæ, tam potentem producunt calorem ut ignem accendant. Pariter si radios è quatuor speculis remissos colligas, jam intolerabilis calor producetur: sive id oriatur ex ipso lumine, sive ab agente primario, hoc divinare non possumus.

Quod verò aliquando calor videatur oriri à rebus non calidis, ut calor calcis, aut piperis, ab aqua, hoc nihil facit contra suppositionem nostram, præterquam quod hujusmodi calor ab ipsa aqua non procedit, sed potius ab ipsa calce, cujus partes igneæ per hujusmodi dissolutionem viam nactæ liberam, uniuntur, & unitæ nativum calorem exerunt.

SUPPOSITIO VI.

Umbra est carentia luminis, ob interjectum corpus opacum, inter lucidum, & spatium umbrosum.

Hæc definitio per se patet, cum enim lucidum de se sit aptum ad perfundendum totum spatium lumine suo, ideoque nisi impediatur interpositione corporis opaci, illud producet ubique; hoc est intra sphæram activitatis suæ: igitur hæc luminis

minis carentia orta ex corporis opaci interpositione vocetur umbra.

SUPPOSITIO VII.

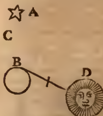
Umbra in directum jacet, cum radio à luminoso ad corpus opacum ducto, quod probari non potest nisi experimentis, & ratione ducta ex natura lucis, cum enim radius luminis per rectam lineam propagetur, producetur lumen in toto illo spatio à quo ad lucidum poterit duci recta linea, non impedita ullo obice opaco; sed ad omne spatium duci potest linea recta, à luminoso, excepto illo quod in directum jacet cum radio à lucido ad corpus opacum ducto; ergo excepto illo spatio in aliis omnibus propagabitur lumen, ergo illud solum ombrosum erit. Quod si quæras rationem ulteriorem quare lux immò cætera agentia per lineas rectas agant, communis affermt ratio quia hæc brevissima est, & compendiosissima. Secondò quia hæc sola determinata est, aliæ nempe curvæ infinitæ sunt.

SUPPONO VIII.

Omnia lumina se juvare, Experientiâ enim est compertum luminare additum luminari, majus lumen producere, ideoque benè dici posse ejusdem speciei.

SUPPONO IX.

Lumen lumini non obsistere, hoc est non impedire quo minus producatur, & de facto videmus lumen solis non impedire propagationem luminis stellarum, sit enim stella A hæc de nocte



videbitur ab oculo posito in B, licèt lumen solis perfectius sit in toto ferè spatio A B: si autem lumen stellæ A non produceretur in C, eò quòd lumen solis D impediret; neque prodoei posset lumen stellæ A in oculis nostris in puncto scilicèt B existentibus, atque adeò non videretur stella A contra experientiam. Impedit quidem nimius solis fulgor prope oculum existens ne lumen stellæ animadvertatur, non tamen eius productionem impediet.

SUPPOSITIO X.

Duo lumina per idem foramen penetrant. Hoc jam supra explicui.

SUPPOSITIO XI.

Plura simul lumina eandem partem medii intensius illuminant; quam unum solum. Hoc meliùs ostendi non potest quam experientia.

SUPPOSITIO XII.

Majus luminosum majorem habet sphæram activitatis. Ex quo sequitur quod si duo lumina simul conjungantur, majorem sint habitura sphæram activitatis.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Perpendiculares radii intensius, quàm inclinati planum illuminant.

Sit lucidum A, subjectum planum BC, illuminans radio quidem perpendiculari AB, alii ve-

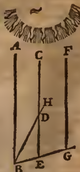


rò AE, AF, AB, AG, &c. sint obliqui: dico punctum B fortius illuminari quam punctum E, & illud melius quam punctum F, & ita deinceps; quod ut explicem non sunt sumendi radii omninò indivisibiles, sed divisibiles. Sumantur ergo in linea BC, partes æquales BE, EF, FB, item BG, GH, HC; Jam probavimus sæpè angulum BAE, majorem esse angulo EAF, & hunc majorem angulo BAF; sed sub majori angulo plures radii propagantur, & quod per plures radios illuminatur, fortiùs illuminatur: ergo pars EB, æqualis ipsi EF, intensius illuminatur quam pars EF, quod intelligendum cæteris paribus.

PROPOSITIO II.

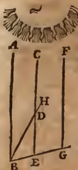
Theorema.

Sole minus elevato, terra minus illuminatur.



Suppono radios solares ab eodem solis puncto prodeuntes ad diversas terræ partes propagatos esse physicè, & ad sensum parallelos propter immensam distantiam solis. Sint igitur tres hujusmodi radii AB, CE, FG, supponanturque cum tractu aliquo terræ B D, (quem hic ut planum considero)

considero) comprehendere angulum 10 graduum, æqualis est elevatio meridiana in solstitio hyemali. Sint igitur anguli ABD, CDH 20 graduum,



item supponantur idem tractus terræ aliter dispositus, cum radiis solaribus, ita ut sit ille tractus terræ BG, æqualis ipsi BD, sintque anguli ABG, CEG, 68 ferè graduum, qualis est hic altitudo meridiana in æstivo solstitio; quia angulus CEG est acutus; angulus BED erit obtusus, & major angulo BDE, seu ABD. Nam in parallelis AB, CE, anguli ABD, BDE, alterni sunt æquales, quare (*per* 18.1.) linea BD, major erit quam BE, ergo ut BG, æqualis sit lineæ BD, punctum G, debet esse ultra punctum E. Igitur BG, pluribus radiis illuminatur, quàm BD, nempe iis omnibus qui cadunt inter lineas CE, FG: quod dixi de uno puncto solis, de aliis omnibus intelligendum est: igitur (*per* 3. *Suppositionem*) pars terræ in qua sol magis elevabitur, magis etiam illuminabitur, & quia lucem sequitur major calor, magis etiam calefiet.

COROLLARIUM.

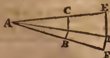
Sequitur ex eo, non necessarium esse ad explicandum, quare sol magis calefaciat terram nostram æstate quam hyeme, recurrere ad radios reflexos, qui videntur magis esse perpendiculares eo tempore; immò assero hoc parum admodum conferre ad calorem; quia terra non est tersa ad modum speculi. Igitur radios remittit in omnem partem, ideoque non plus remittit radios perpendiculares quam alios. Adde quod si radii reflexi à terra augerent calorem in aëre, tot haberemus radios hyeme, quot æstate: quia esto radii à solo quod incolimus obliquè reflectantur, habeteremus tamen radios à regionibus magis australibus remissos, ideoque aut esset æqualis calor, aut saltem non multum minor.

Addo tamen majorem calorem produci æstate quam hyeme propter diuturniorem moram solis supra horizontem, & quia radii sunt magis perpendiculares.

PROPOSITIO III.

Passum magis distans à lucido minus illuminatur.

Sit corporis lucidi quodlibet punctum A sintque duo corpora BC, DE, simili modo illi opposita; dico corpus BC meliùs, & intensiùs illuminandum esse. Producantur enim radii AB, AC, donec incurrant in corpus DE productum.



Demonstratio. In triangulo AFE, quia BC, est ipsi FE, parallela, (*per* 4. 6.) erit ut AB ad AF, ita BC ad FE, sed AB est minor quam AF, cum sit illius pars; ergo BC erit minor quam FE. Sit illi æqualis DE, ducaturque linea AD, corpus DE, æquale ipsi BC, pauciores excipit radios à puncto A, quam BC; ergo (*per* 3. *Suppositum*) DE minùs illuminabitur quam BC, quod erat demonstrandum.

Hæc propositio est fundamentalis, videturque reddere rationem, quare decrescat sphæra activitatis, quæ secundum varias de lumine opiniones variè explicari potest, communis Philosophorum effatum est, sphæram activitatis decrescere semper: quia nullum agens est infinitæ virtutis, ideoque sensim languescere debet eius actio, ut quantum magis distat à fonte suo, & principio, magis etiam minuatur, nihil tamen addit ulteriùs.

Ex quo principio ita nudè spectato vix quidquam certi determinari potest circa proportionem, quâ decrescit lumen in varia distantia à lucido. Qui lumen tanquam corpus considerant, fortasse aliquid dicent, quod concipi poterit, & ad aliquam inveniendæ veritatis in omni opinione rationem traduci: dicunt ergo lumen intensius illud esse, cujus partes entitative æquales, vel minus occupant spatium, vel saltem minores, & pauciores intersè admittunt partes corporis alieni, uno verbo illud lumen intensius esse, quod densius est, illud remissius quod rarius. Si explices raritatem, & densitatem in sensu stricto pro ut communiter à Philosophis intelligitur; cogitandus erit radius quilibet non tanquam linea simplex, sed per modum coni solidi qualis est figura ABC, ita tamen ut si intelligantur varii circuli,



tot partes sint luminis in circulo remotiori BC, quot in minus remoto DE, aut FG, sed in BC, majus spatium occupent, quam in DE, aut FG. Ratio autem illorum est quia cum lumen protendatur per motum localem, ut volunt, totum lumen quod fuerat in DE, est in BC successivè nempè, ea solum mutatione facta quod in DE, minus spatium occupat, in BC majus.

Qui autem adhuc in illa opinione rarefactionis, & condensationis propriæ dictæ difficultates timent, afferunt radium quidem considerari posse tanquam lineam rectam, vix tamen, ut unicus tantum radius sit ab oculo perceptibilis: ille igitur radius intensior erit cujus partes minus inter se distabunt, ille remissior cujus partes magis inter se distabunt. Nam quotcumque partes ex quibus constat radius totalis, magis inter se distabunt, plures etiam inter illas admittentur par-

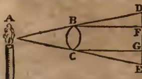
tes corporis heterogenei, minoremque propterea vim habebunt, habes exemplum in imaginibus punctuatim depictis. Ponamus depingi hoc modo vestem rubeam, ut fit color magis saturatus, debent esse puncta frequentiora, ut vero fiat color dilutior fient rariora; & secundum hanc expositionem benè stat tota nostra propositio, & facilè inveniemus proportionem, quâ decrescet Sphæra activitatis.

Qui verò lumen existimant esse motum solummodo medii, dicunt consequenter; quoties idem motus minori corpori communicatur, eo minorem esse motum, seu minus velocem. Finge tibi impetus æquales sphæris inæqualibus communicari; Sphæra minor, & velociùs, & longius feretur, ita etiam dicunt eum lucidum per motum suum movet immediatam sibi, & contiguam aëris superficiem illique communicat suum motum, illa sequenti, hæc tertiæ, & ita deinceps; quia autem prima aëris superficies major est ultima solis, & secunda, major primâ; & ita deinceps, quò major erit hæc superficies, eò minus velox erit illius motus atque adeò hoc modo decrescet sphæra activitatis. Quæ dicta sint explicationis causâ.

Ne tamen ab opinione communi discedamus, in ea simile quid excogitari poterit. Supponamus punctum lucidum, (quod enim de uno puncto dixero de singulis etiam dicendum est,) seu minimum naturale lucidi ambiatur aliquot aliis punctis verbi gratia decem, possitque in singulis 100 gradus luminis producere, id est mille in sequenti spatio nempe in secunda superficie ambiente hujusmodi puncta, totidem etiam gradus producere poterit, & non plures, hoc est mille, qui quia distribui possunt majori superficiei; accidet, ut singulæ partes, pauciores accipiant; & quo major erit illa superficies, eo minor erit numerus graduum in unaquaque eius parte productorum.

Tota difficultas est ut probemus tot gradus produci in secunda superficie, quot in prima, nec plures nec pauciores; video quidem id valde conveniens esse, vix tamen invenio argumentum quo id probem. Tentemus tamen, nisi assignaretur hæc agentis determinatio vix posset assignari ratio, quare decrescat sphæra activitatis; non enim majus requiritur virtus ad producendum aliquem effectum in magna distantia, quàm in parva, neque enim producitur præcisè major effectus: ergo nisi assignetur hæc ratio nulla afferri poterit.

Deinde si accidat, ut in majori distantia illud lumen quod in magno spatio, in minori producatur pro ratione spatii coarctati majus erit lumen; ergo ideo lumen decrescebat quia spatium



ampliatum fuerat. Sit enim fax accensa A, lens convexa BC; si radii nullo modo fuissent refracti, rectà producti fuissent in D & E, spatiumque illuminatum fuisset D E. Apponatur lens convexa BC, quæ ita radios refringat, ut spatium FG, sit dimidia para spatii DE; quantum oculus judicare poterit, lumen in FG, duplò intensius erit, quam esset dum occupabat totum spatium D E, nisi quantum opacitas quæ inest lenti vitreæ BC, aliquid dettahit de illo lumine; ergo decrescit lumen pro ratione spatii ampliati. Idem experimentum fieri potest in speculo concavo.

Ex hoc facilè evincitur, dari aliquod decrementum lucis, eò quòd spatium illuminandum, semper augeatur; quandoquidem impediendo ne augeatur, impeditur etiam ne tantum decrescat lumen, etiam si distantia ab agente lucido sit eadem.

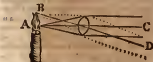
Dicam tamen quod ex eo ratiocinio sequitur, nempe si radii remittantur paralleli, quòd nullo modo decrescet lumen, ut si radii luminis à puncto A in sphæram BC impingentes, remittantur paralleli; ita ut BF, CG sint æquidistantes; sphæra activitatis in infinitum protendetur. Probatur consequentia. Sphæra activitatis in infinitum propagabitur, si lumen nunquam decrescat, sed posito superiori ratiocinio, lumen non decrescet quoad intensionem, decrescit enim luminis propagatio præcisè in quantum crescit spatium illuminandum, sed si emittantur radii paralleli, spatium inter hujusmodi radios contentum erit semper æquale; ergo non decrescet luminis intensio; examinandum igitur restat an hoc experientiæ respondeat.

Certum est autem quoties emittuntur hoc modo paralleli radii, vel excepti lente vitrea convexa; vel speculo concavo, non servari eandem rationem decrementi, quæ observatur communiter in aëre libero, ita ut ego adhibita candelula in puncto foci, speculi metallici non adeo exquisiti, legerim ad distantiam centum passuum. Neque tunc observare potui parallelismum radiorum; spatium enim illuminatum vigecuplò majos erat speculo; ideoque concludo quod si coarctatum fuisset spatium illud ad solam magnitudinem speculi, vigecuplò intensiua lumen habuissem; ideoque vix puto majus fuisse prope speculum. Sunt tamen nonnulla, quæ impediunt justum hujusmodi parallelismum; ideoque concedi potest facilè, quod si observaretur perfectus ille parallelismus usque ad firmamentum, produceretur hujusmodi luminis propagatio, neque ulla contrarium evlocet experientia, cum sit impossibile radios perfectè parallelos remittere. Primò quia deberet speculum perfectam habere figuram parabolicam, ita ut nævus quilibet, & error sensum fugiens in radiis reflexis, & ulterius protensis maximus evaderet, adde quòd neque ad sensum hæc figura optimè elaborari potest, sed semper dum elaboratur in sphæricam degenerat; idem dico de figura lentis convexæ; quæ ad præstandum eum effectum in hyperbolen efformari deberet. Hactenus autem elaboratæ hyperboles, tam longè ab ea figura abfuerunt, ut fateantur quicumque in hoc labore tantisper operæ posuerunt, satius longè esse sphærica elaborare specula, quam parabolica, sphæricas lentes quàm hyperbolicas.

Sed adhuc etiam datis ultrò hujusmodi figuris; nego tamen radios à luminoso alicujus magnitudinis, fore unquam parallelos, benè quidem si daretur unicum tantum punctum lucidum. Fateor quidem quod ab hyperbola perfecta, emitterentur radii omnes paralleli. At verò nullum habemus lucidum quod indivisibile sit, ostendemus in catoptrica quocumque dato speculo parabili, vix posse accendi ignem, ex collecto lumine solari ad centum passus. Unde commenta sunt quæ in

hæc

hac materia de Archimede feruntur. Mirabar dum initio versabam lentes convexas ab industriis artificibus elaboratas, radios solares non exquisitè uniri, si focum haberent distantem 6 pedibus, & suspicabar defectum in lente, qui tamen nullus erat. Unde errorem meum detexi, radii solares physicè inter se paralleli, hoc est qui ab eodem solis puncto procedunt, transmittuntur paralleli; qui verò ad diversas partes solis pertinent in diversis uniuntur punctis, & imaginem solis exprimunt, majorem in majori foci distantia. Ita etiam dicendum est, si fax accensa in puncto foci, non tantum occupet punctum indivisibile; sed satis magnum radii non erunt paralleli, ut si punctum



A, sit præcisè in puncto foci, radii ab ipso procedentes paralleli erunt radio A C, qui verò procedent ex puncto B, erunt paralleli radio BD; unde vides semper ampliandum spatium illuminationis, & experientia huic modo explicandi nocere omnino non potest.

COROLLARIUM.

Certum igitur est ex spatio ampliato, decrescere sphæram activitatis; an verò prætetea adhuc magis decrescat, non liquet. Persequemur ergo illud decrementum de quo certi sumus, aliud relinquemus.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Lumen decrescit in proportione duplicata distantiarum à luminoso reciprocè.

Sint duo lumina A & B, producta à luminoso C, sintque distantiæ CA, CB, fiat ut CA ad CB, ita CB ad DE, (*per* 11. 6) & quia istæ lineæ CA, CB, DE sunt proportionales, erit ratio DE ad CA duplicata rationis, quæ est distantiæ C B ad distantiam C A, (*per* 11. *def*.5.) dico ergo lumen productum in spatio A, ita se habere ad lumen productum in spatio B, ut linea DE, se habet ad lineam CA, & hoc voco reciprocè. Quia incipio à magna distantia, & finio proportionem in lumine producto in magna illa distantia.

C——— A B

D———E

Demonstratio. Tantùm decrescit lumen intensivè in majori distantia, supra lumen in minori distantia quantum crescit spatium majoris distantiæ, supra spatium minoris distantiæ, (*per cor*.3.) hoc est. Ut crescit superficies sphæræ cujus centrum C, & semidiameter CB, supra superficiem sphæræ cujus idem centrum C, & semidiameter C A; sed (*per* 31. *dimensionis sphæræ*) superficies sphærarum sunt quadruplæ maximi sphæræ circuli, & consequenter sunt in eadem ratione (*per* 15. 5.) circuli autem (*per cor*. 1. 2. 12.) sunt in duplicata ratione suarum semidiametrorum; ergo etiam superficies sphærarum sunt in duplicata ratione suarum semidiametrorum, seu in hoc casu distantiarum; ergo lumen A ad lumen B; est in duplicata ratione distantiæ C B ad distantiam CA, quod erat demonstrandum.

Notandum autem me his locutum fuisse de puncto tamen lucido, hoc est de lumine quod propagatur ab uno tantum puncto.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si duo lucida, aut duo lucidi ejusdem puncta, aequaliter distent à duobus spatiis, lumina in illis producta se habebunt in duplicata ratione distantiarum reciprocè.

Sint duo lucida A & B, vel duo ejusdem lucidi puncta, æqualiter dissita à punctis C & D; hoc est sint AC, BC æquales; sicut A D, BD; dico rationem luminis in puncto D producti ad lumen in puncto C, esse duplicatam rationis distantiæ DA ad distantiam CA hoc est si distantia DA, sit dupla distantiæ C A, lumen in C productum quadruplò intensius erit, lumine in D producto.

Demonstratio. Lumen in C, productum à puncto A, (*per præcedentem*) ad lumen ab eodem puncto A productum in D, est in duplicata rationé lineæ AD ad AC, seu DB ad CB, cum supponantur æquales; sed pariter lumen productum in C, à puncto B ad lumen productum in D, ab eodem puncto B est in duplicata ratione lineæ D B ad CB, igitur (*per* 12. 5.) erit lumen productum in C, ab utroque agente A & B ad lumen productum in D, ab iisdem lucidis A & B, in duplicata ratione distantiarum reciprocè. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

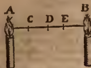
Sequitur ex eo, quod quoties lucidorum distantiæ inter se, aut magnitudo lucidi alicujus totalis, non habet notabilem rationem ad distantias passorum; se habent pariter lumina producta in duplicata ratione distantiarum reciprocè, ut quia æqualiter ferè distamus ab omnibus solis partibus, benè possumus asserere lumen in cœlo lunæ à sole productum ad lumen in terris ab eodem sole productum, se habere in duplicata ratione illius quam habet distantia terræ à sole ad distantiam lunæ ab eodem sole.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

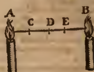
Si duo spatia à duobus lucidis æqualibus æqualiter distent reciprocè, æqualiter illuminantur.

Sint duo lumina A & B, æqualia in virtute



& magnitudine sintque spatia C & D, æqualiter

distantia à lucidis reciprocè, hoc est tum punctum D, removeatur à lucido B, quantum C remove-



tur à lucido A, & addito communi CE, tanta erit distantia puncti E à lucido A, quanta puncti C à lucido B, dico in C & E, æquale fore lumen.

Demonstratio. Cum punctum C, tam distet à lucido A, quantum punctum E distat à lucido B, & æquè potentia supponantur lucida, tantum lumen accipiet punctum C à lucido A, quantum accipit punctum E à lucido B, pariter cum punctum E æquè distet à lucido A, quantùm C à lucido B, tantum lumen accipiet E à lucido A, quantum C à lucido B; ergo componendo tantum lumen accipiet punctum C à lucidis A & B, quantum E, ab iisdem lucidis. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Punctum spatii minus distans à lucido sibi propiori quam aliud ab alio lucido æquali, magis illuminatur.

Sit punctum E minus distans à lucido B, sibi propiori, quàm punctum C à lucido A, sintque lucida A & B æqualia. Dico plus luminis esse in puncto E, quàm in puncto C. Sit punctum D, æquè distans à lucido B, ac punctum C à lucido A.

Demonstratio. (*Per præcedentem*) æquale est lumen in C & D; sed majus est lumen in E, quam in D; quod ita ostendo; lumen in E productum à lucido B ad lumen ab eodem productum in puncto D, est in duplicata ratione lineæ DB ad lineam BE; linea autem DE est major pars lineæ B E minoris, quam lineæ A D majoris, ideoque linea AE, quæ continet lineam AD, & insuper lineam DE, minorem habebit rationem ad lineam AD, quam linea BD ad lineam EB, ideoque ratio duplicata rationis DB ad B E, major erit rationis duplicatæ lineæ AE ad A D. Sed rationes duplicatæ (*per præcedentem*) sunt rationes luminum productorum: ergo major erit ratio luminis in E, producti à lucido B ad lumen productum in D ab eodem lucido, quam luminis in D producti à lucido A ad lumen in E, producti ab eodem lucido A. Ad determinandam imaginationem lumen productum ab agente B, scribatur litteris E, D, & productum ab agente A, litteris d, é, major igitur est ratio luminis E ad D, quam luminis d ad lumen e, ponatur lumine E, lumen F, paulò minus, ita ut sit ut F ad D, ita d ad e, erunt (*per 25. 5.*) F maxima quantitas, & e minima, majores, quam D, & d, sed E, majus erat quam F, igitur multò magis E, & e, seu totum lumen à duobus lucidis productum in E majus, luminibus D & d, seu lumine producto in D à duobus iisdem agentibus. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo quod quotiès duo agentia æqualia hoc modo disponuntur, minimum sit lumen in medio præcisè, & crescat lumen quando magis acceditur ad utrumque lucidum.

COROLLARIUM II.

Sequitur secundò quòd si daretur luminosum concavum in orbem, & sphæram compositum, æqualis ubique virtutis, quod (*inquam*) esset minus luminis in centro quam in quocumque alio spatio, incluso intra sphæricum illud luminosum.

Ex quo concludes obiter quam malè ratiocinentur aliqui Philosophi, qui ideò asserunt gravia centrum universi petere, quia (inquiunt) corpora graviora magis indigent influxibus cœlestibus, plures autem sunt influxus cœlestes in centro: cum tamen hoc falsissimum sit, si enim supponatur totum cœlum agere, per influxus aliquos, hujusmodi influxus sunt futuri remissiores in centro, quàm in quocumque alio loco.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Si inæqualia sint luminaria minimum lumen infirmiori propinquius erit.

Vide figuram præcedentem.

Sint duo luminaria; A majoris virtutis, B minoris sitque communis sphæra activitatis inter utrumque linea AB; sitque A, luminare duplum virtute luminari B, dico si dividatur linea A B, secundum eam rationem A ad B, hoc est ita ut linea A C, sit dupla lineæ B C, quod in puncto C, sit futurum minimum lumen, ita ut in quolibet alio puncto lineæ A B, sit futurum majus lumen, & primo quidem sit punctum D.

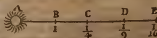
Demonstratio. Ut id clarius fiat supponatur linea AD, habere certam rationem ad AC, ita ut AC, sit verbi gratia tripla ipsius AD, quare lumen in D, productum à luminari A, erit in duplicata ratione lineæ A C ad AD, quæ cum sit tripla, erit lumen in D, noncuplum luminis in C, producti ab eodem luminari A. Cum autem A C sit dupla linea C B, erit A B sesquialtera ipsius B C, eritque CB ad B D, ut 3 ad 4. Est autem lumen productum in C ad lumen productum in D, ab agente B, in duplicata ratione, est autem duplicata 3 ad 4, ut 3 ad 1 $5\frac{1}{3}$; est ergo lumen in D, ut 9 & 3, sunt 12, & in C, ut $5\frac{1}{3}$, & 1 id est $6\frac{1}{3}$, plus igitur luminis est in D, quam in C. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Sphæra activitatis decrescentiam numeris exhibere.

Sit luminosum A, quod in puncto B, supponatur lumen determinatæ intensionis producere.



Sumantur spatia æqualia BC, CD, D E, distanti AC, dupla erit distantiæ AB & A D, tripla AE quadrupla

AE, quadrupla; si ponatur lumen in B, esse unitas, dico in primo intervallo fore quadrantem, in secundo fore $\frac{1}{9}$ in tertio $\frac{1}{16}$, ita ut fiant fractiones, quarum numerator sit semper unitas, & denominatores sint numeri quadrati.

Demonstratio. Cùm enim A C, verbi gratia sit dupla ipsius AB, & lumen productum in B, ad lumen productum in C, sit in duplicata ratione, erit ut unum ad 4, nam duplicata ratio numerorum ea est quæ quadratorum: ergo debebit semper fieri fractio cujus numerator sit unitas, & denominator quadratum numeri, intervallum notantis.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Si duo lucida in unum coalescant non agent ad distantiam duplò majorem.



Sint duo agentia A, B, quæ conjungantur; sitque punctum C, finis sphæræ activitatis agentis A solitarie sumpti; ideoque sit in puncto C, minimum naturale luminis quod produci potest; sitque AD, dupla ipsius BC, dico quod si conjungantur luminaria A, & B, simul non protendetur sphæra eorum usque ad D; sed finietur in aliquo puncto inter C & D posito.

Demonstratio. (*Per coroll. 4. huius*) lumen se habet ad lumen, in duplicata ratione distantiarum reciprocè, sed ex suppositione distantia AD, dupla est distantiæ AC; ergo lumen in C, ad lumen in D productum se habebit, ut 4 ad 1, lumen autem productum in C, à duobus lucidis est tantum duorum minimorum naturalium, igitur in puncto D, esset tantum dimidia pars minimi naturalis; sed nullum lumen produci potest minus minimo naturali, igitur in puncto D, nihil producetur. Quòd si assignetur linea AE, media proportionalis inter lineas AC, AD; dico in puncto E finiendam, ne tamen hæc demonstratio videatur concludere in opinione tantum asserente dari aliquod minimum alicujus qualitatis, quo nihil minus naturaliter produci potest; asseto in puncto E, præcisè tantundem fore luminis si duo agentia applicentur, quantum in puncto C, si unum tantum adhibeatur. Quia nempe cum AE, sit media proportionalis inter AC, & AD, dum unicum adhibebitur agens; lumen in C, ad lumen in E, erit in duplicata ratione illius quæ est lineæ AE ad AC, sed duplicata ratio est ea, quam habet AD ad AC, hoc est ratio dupla ex constructione; ergo unico existente luminoso lumen in C productum, duplum est luminis in E producti. Sed dum adhibetur duplex luminosum, lumen duplum est illius quod in eodem E producitur à duobus luminosis, ergo lumen productum in E à duobus luminosis, æquale est lumini producto in C, ab uno tantum luminoso, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Hinc data distantia ad quam quis legere poterat unico adhibito luminoso, assignari facilè poterit distantia, ad quam adhuc legere poterit duobus accensis luminosis, æqualibus tamen, aut tribus aut quatuor, aut quinque.

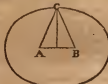
COROLLARIUM II.

Hinc concludes sphæram activitatis duorum lucidorum æqualium, mediam esse inter duplam, & quadruplam sphæræ activitatis unius tantum. Hic sumo sphæram pro soliditate, cum enim sphæræ sint in triplicata ratione diametrorum (*per 18. 12. Eucl.*) sphæra unius lucidi cujus diameter AC, ad sphæram duorū, cujus diameter AE, erit in triplicata ratione diametri AC ad AE: Continuentur ergo istæ rationes AC, AE, AE, AD, AD, AF, AF: non erit quadrupla, ad hoc enim ut esset quadrupla, ita esse deberet, ut AC ad AD, ita AD ad AF, fecimus autem ut AE ad AD; ita AD ad AF, ideoque sphæra duorum agentium, media est inter duplam, & quadruplam sphæræ unius tantum lucidi.

COROLLARIUM III.

Pariter sequitur lucidum quadruplum ejusdem intensionis posse agere ad duplam distantiam, & soliditatem sphæræ eius esse quadruplam.

Posset etiam hic quæri figura spatii ad quod duo lucida non conjuncta agere possunt. Sed difficile est eam constituere.



Potest tamen dici sphæricum homogeneum, agere ad spatium sphæricum: nempe spatium in quo agere potest, sphærica superficie determinatum esse.

Si verò sint dissita notabiliter, ut A & B, quòd spatium illud erit Ellypticum, ita ut lineæ BC, AC sint maximæ, hoc tamen vix demonstrari puto.

Pariter quæri posset, an idem lucidum, majorem habeat sphæram activitatis in medio rariori, quam densiori; & primò quidem in opinione tribuente lumini motum localem id facilè concederetur. Cùm enim medium densius plures habeat partes movendas, ut fiat locus lumini, rariotesque habeat poros retardabitur motus ejus. In opinione verò communi, quia omne agens determinatum est ad producendum certum numerum graduum luminis in unaquaque superficie, quò plures partes erunt in illa superficie; eò pauciores erunt gradus quo ad intensionē. Cum igitur in medio densiori sint plures partes materiæ; citiùs pervenietur ad ultimum minimum naturale illius qualitatis. Si igitur sphæra aëris unius leucæ, à face illuminari possit, & aqua sit decuplò densior, poterit illuminari in aqua sphæra decuplò minor, nempe ut tot sint partes illuminatæ in aquâ, quot in aëre; eruntque diametri in subtriplicata ratione sphærarum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Aliquando quod à luminoso magis distabit minus aut æqualiter illuminabitur.

Sit planum aliquod AB, & luminosum: Statuatur

tur in puncto C, ita ut sit triangulum isosceles A B C, describatur circa illud circulus, dico in quocumque puncto illius circuli ponatur luminosum, æqualiter illuminabitur linea A B, licèt in aliquibus locis luminosum ab ea minus distet quam in aliis.



Collocetur luminosum in puncto D, divisâque linea bifariam in E, ducatur linea CE, quam ostendo esse perpendicularē. Cum latera AC, CB, triangulorum ACE, CEB sint æqualia, ex suppositione, item latera AE, EB æqualia sint per constructionem & latus CE commune: igitur (*per* 8.1) anguli AEC, BEC æquales sunt. Quare (*per primam* 3.) linea EC, transit per centrum, & (*per* 7. 3.) maxima est omnium, quæ duci possunt ex puncto E; ergo major quam ED: igitur luminosum in C, magis distat à linea AB, quam dum est in D. Nihilominus angulus ACB æqualis est angulo ADB, (*per* 21.3.) ergo (*per suppositionem* 3. *hujus*) AB, linea æquè illuminabitur ex puncto C, atque ex puncto D.

Et ne utamur repetitione, quæcumque diximus de angulo sub quo videntur objecta, qui est mensura magnitudinis apparentis, ea etiam dici possunt de angulo sub quo res eadem illuminabitur. Hic tamen vitanda est maxima æquivocatio, neque enim intendimus dicere, ea omnia, quæ illuminantur sub eodem angulo æqualiter illuminari, sed idem ab æquè intenso agente, & sub æquali angulo illuminatum, æqualiter illuminari. Cum enim quodlibet punctum luminosum sub singulis angulis certum numerum radiorum mittat, si illi radii sunt distribuendi æqualibus magnitudinibus, sequitur unamquamque partem æqualiter illuminari. Sit enim punctum lucidum A, quod inter



radios AB, AC, ita producat lumen ut in singulis superficiebus inter radios AB AC existentia, possit producere verbi gratia mille gradus qualitatis, eo modo quo supra explicuimus; sintque duæ superficies æquales inter se nempe DE, EF, dico tot esse gradus in EF, quot in DE. Et quia sunt distribuendi totidem partibus subjectorum æqualium DE, EF, æqualiter intensum erit lumen in duobus illis subjectis; nisi quod si superficiei partes singulæ magis æqualiter à luminoso A distent, quàm partes superficiei EF, magis etiam uniformiter illuminabuntur. Nam in superficie EF, pars E vicinior magis illuminabitur, quàm pars F remotior, compensabuntur tamen omnia.

Quatuor igitur conferunt ad intensionem luminis, lucidi magnitudo, aut lucidorum numerus, secundò propinquitas, tertiò fulgoris excellentia, & quasi intensio ipsius lucidi. Quartò obliquitas vel directa oppositio corporis illuminandi.

Quæ omnia ita combinari possunt, ut quantum unum adjiciet luminis, tantum alterum detrahat.

Luminosum enim quod excellentius est, longiorem habet sphæram activitatis, & in singulis ejus partibus intensius lumen producit, quàm re vera produceret, si minorem in se haberet fulgorem.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

In lumine solari per exiguum foramen transmisso, se habent lumina post foramen producta, quo ad intensionem, in duplicata ratione distantiarum à foramine reciprocè.

Sit foramen A, per quod transmittantur radii solares qui excipiantur perpendiculariter in B C,



& DE sitque radius centralis GAF, qui nempe excipitur perpendiculariter planis BC, DE, intensius erit lumen in BC, quam in DE, in ratione duplicata illius quam habet linea AF ad lineam AI.

Demonstratio. Primò (*ex defin. coni,*) figura solida HAK est conus, cujus axis est A G; ostendo item DAE conum esse. Nam cum ex suppositione linea A I, sit recta ad planum B C, erunt anguli omnes in puncto I recti; quare in triangulis BAI, C A I, cum dentur duo anguli recti in puncto I; item anguli BAI, CAI, sint æquales inter se, eò quòd sint æquales oppositis ad verticem H A G, K A H æqualibus, & latus A I commune; erunt (*per* 26.1.) latera B I, CI æqualia. Idem probabo de aliis omnibus rectis ductis ex puncto I, igitur BC est circulus, & consequenter B A C est conus. Ostendam pariter DE, esse circulum, cujus semidiameter F D; & quia linea A F, supponitur recta ad plana BC, DE, (*per* 14.11.) illa erunt parallela, unde (*per* 16. 11.) lineæ B I, D F sunt parallelæ. Ideoque ita est AI ad AF, sicut BI ad DF, (*per* 4.6.) quia autem ut explicuimus (*propositione* 4. *hujus*) quò majus est spatium illuminandum, eò minus est lumen, circulus autem DE major est circulo B C, in ratione duplicata semidiametrorum (*per cor.* 2. 12.) erit intensio luminis in circulo B C ad intensionem luminis in D E, in ratione duplicata illius quæ est lineæ DF ad BI; seu AF ad AI. Quod erat demonstrandum.

Videor assumpsisse figuram H A K esse conicam. Quod probatu facile est, nam propos. 41. præcedentis libri, ostendimus, si uno oculo aspiciatur sphæra, seu quod idem est si ab uno puncto A, ducantur tangentes ad sphæram, seu globum solarem, id quod hujusmodi tangentibus comprehenditur esse circulum, immo ostendi lineam connectentem in tali casu oculum cum centro sphæræ,

ræ,

ræ, transire per centrum illius circuli. Igitur idem applicatum huic materiæ eodē modo demonstrat.

COROLLARIUM.

Si per foramen exiguum solares radii transmittantur, figura solida quæ hujusmodi radiis comprehendetur conus erit: qui si secetur perpendiculariter aliquo plano, sectio communis radiosi coni, & plani, circulus erit, cujus centrum erit in radio per centrum disci solaris ducto.

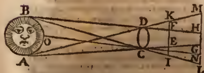
Fecerat mihi difficultatem hæc propositio, quia quoties metiri vellemus intensionem luminis excepti in diversis spatiis, metienda esset distantia ab ipso agente principali nempe sole; cum hic tamen metienda sit non ab ipso sole, sed à foramine. Respondeo causam esse ipsum obicem, nam quoties omnia, & singula solis puncta in spatio agunt, ita ut nullus sit obex, spatia inter quæ fit luminis comparatio, observant in illuminatione rationem distantiæ ab ipso sole; quoties verò non singula puncta solis agunt in singulas partes spatiorum, observari non potest hæc regula.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Si per foramen divisibile transmittatur lumen solare, partes luminis circa axem à toto sole illuminatæ se habent quoad intensionem in ratione duplicata distantiarum, non ab ipso foramine, sed ab ipso sole.

Sit sol cujus diameter AB, sitque foramen CD per quod transmittantur radii solares, ita ut tam



spatium EF quam GH, à toto sole illuminentur, spatia vero EI, FK, GL, HM, partialiter tantum ab eodem sole illuminentur. Dico spatia ab ipso sole toto illuminata, quo ad intensionem se habere in ratione duplicata distantiarum non à foramine, sed ab ipso sole.

Demonstratio E F, G H, illuminantur à toto sole; sed (*per 5. hujus*) quæ illuminantur à toto sole, ita se habent: ut intensio luminis in utroque se habeat in duplicata ratione distantiarum ab ipso sole reciproce; ergo intensio luminis in EF ad intensionem luminis in GH; se habet in duplicata ratione distantiæ GA ad distantiam EA.

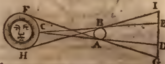
In spatiis verò lateralibus, verbi gratiâ IE, LG, primò quidem non illuminantur à toto sole, sed sensim. in utroque decrescit lumen. Nam, verbi gratiâ, punctum N illuminatur à solis parte O B, puncta L, & I ab extremitate solis B tantum. Dico tamen intensionem luminis in I E, licet non æqualem ubique ad intensionem luminis in LG se habere in duplicata ratione distantiarum ab ipso foramine. Spatia IE, LG, considerata in eono solido sunt superficies similes, nempe coronæ, quæ se habent in duplicata ratione linearum IE GL, similiter etiam illuminatæ ut jam ostendimus, lineæ autem I E, L G (*per 4 6*) cùm sint parallelæ, se habent ut distantiæ EC, GC; igitur intensio luminis in LG, erit in duplicata ratione GC, ad EC.

PROPOSITIO XIV.

Explicatio virgarum in nubibus.

Si lumen solare per foramen trajiciatur, augebitur spatium illuminatum undique per angulum 15. minutorum.

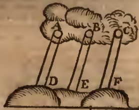
Sit foramen A B in nubibus, verbi gratia, effomatum casu; hoc est duæ nubes non bene inter



se congruentes, reliquerint hiatum aliquem per quem solis radius transmittatur; dico radios solis extremos, ita se habere ut semper majus spatium comprehendant; angulumque efforment cum radiis sibi invicem parallelis per foraminis extremitatem ductis, quindecim minutorum, seu quartæ partis unius gradûs. Ex ipso disci solaris quasi centro C, intelligantur duci per extremitates foraminis radii C A D, C B E, illi propter immensam solis à terris distantiam physicè paralleli erunt, intelligantur ab extremitate F per A duci radius FAG sicut ex alia parte radius HBI.

Demonstratio. Solis diameter visibilis communiter assignatur triginta minutorom; ergo angulus semidiametri ejus nempe angulus CAF erit 15 minutorum: sed angulus G A D illi oppositus ad verticem est æqualis; ergo radius extremitatis solis, simol cum radiis parallelis, angulum efficiunt 15 minotorum quod erat demonstrandum.

Ex hoc vides rationem quare radii per nubem transmissi si in loco circumcirca à nubibus obte-



nebrato appareat, extremi non videntur paralleli; sed prout magis ad terram accedunt, magis ab invicem recedunt. Putabam aliàs id tantum provenire eò quòd spatium terris vicinius nobis appareret majus, etiam si revera foramini esset æquale, propter majorem vicinitatem, sed invenio adhuc verè radios extremos augeri, & recedere ab invicem. Non diffiteor quidem aliquando hanc hallucinationem aliquid efficere. Sint enim tres in nubibus hiatus A, B, C, per quos lumen solis transmittatur, fiantque tres virgæ, quæ in montem incidant à quo non ita multum distent. Licet distantia foraminum inter se æqualis sit distantiis D E, E F, quia tamen magis distat à nubibus quam

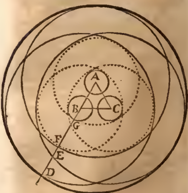
à monte ex ſuppoſitione (*per 10. præcedentis*) diſtantiæ D E, E F majores apparebunt, quàm AB, B C; igitur videbuntur convenire inter ſe illæ virgæ versùs nubes, licèt radii illarum centrales ſint inter ſe paralleli.

Idem etiam dici poſſet de caudâ cometæ, quæ aliquando videtur hoc modo divaricati, id nempe oriri quod augeatur hinc inde ſecundùm extremitates, per angulum 15 minutorum, qualis eſt ſemidiameter ſolis.

L E M M A.

Si plures circuli æquales ex diverſis centris deſcribantur, quò majores erunt minus diſcrepabunt à figura unica circulari.

Ex tribus centris A, B, C deſcribantur tres circelli, item ex iiſdem centris deſcribantur alii



circuli majores; dico tres circulos majores ſimul ſumptos, minùs diſtare ſenſibiliter à figura circulari, quàm tres circulos minores. Si enim tres circuli majores ſimul ſumpti, ſiot minores quàm ſit diſtantia centrorum videbuntur tres circuli nullam partem habentes communem: ſi verò ſint majores diſtantia centrorum multas habebunt partes communes; ſed circuli habentes partes aliquas communes, magis accedunt ad figuram unius totalis circuli, quàm circuli qui ſunt omninò extra ſe; ergo circuli majores in tali caſu magis accedent ad figuram unius totalis circuli. Fiant autem & ex iiſdem centris adhuc majores circuli, ducaturque linea BD in directum, cum linea AB, cum lineæ AG, BF ſiot æquales, eo quod circuli ſupponantur æquales, ablato communi B G, erunt lineæ A B, F G æquales; pariter oſtendam lineas A B, DE æquales eſſe, ergo lineæ F G, D E ſunt æquales. Quare (*per 8.5.*) minor erit ratio lineæ DE ad majorem EA, quam lineæ FG ad GA; ſed DE eſt menſura exceſsûs circuli majoris ex B deſcripti, ſupra circulum æqualem ex A deſcriptum; & FG menſura exceſsûs, quo circulus ex B deſcriptus ſuperat æqualem circulum ex A deſcriptum; igitur minùs proportionaliter major circulus ex B deſcriptus eſt extra æqualem deſcriptum ex A, quam minor extra minorem: ergo ita augeri poſſunt illi circuli ut tandem ſenſibiliter deſinant in unicum circulum totalem. Præcipuè ſi, non tantum tres circuli ſed etiam fiant alii ex ſingulis punctis trianguli ABC.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Si punctum ſolum radiet per foramen, figura lucis excepta plano parallelo ipſi feneſtræ, figuram induet ipſius foraminis.

Sit punctum lucidum A, quod ſuppono immenſo quodam intervallo diſtare à foramine B C D,



per quod radiat; lumen vero excipi plano EF parallelo ipſi foramini; ita tamen ut diſtantia foraminis BCD à plano EF, ſit inſenſibilis, comparata cum diſtantia lucidi. Dico figuram GHI, & ſimilem & æqualem eſſe ad ſenſum foramini ABC.

Demonſtratio. Cum diſtantia lucidi ſupponatur immenſa, erunt radii AB, A C, AD phyſicè paralleli, cum autem planum H A C planis B C D, E F, ſecetur (*per 16.11*) erunt lineæ B D, H G parallelæ. Eodem modo oſtendam lineas D C, GI item BC, H I eſſe parallelas; quare (*per 10.11.*) anguli BDC, HGI ſunt æquales. Idem oſtendere poſſum de reliquis. Igitur figuræ B D C, H G I, ſunt ſimiles: ſi enim non eſſent, in triangula ſimilia reſolvi non poſſent. Deinde cùm radii BF, DG, ſint phyſicè paralleli, item lineæ B D, H G ſint oſtenſæ parallelæ; erit igitur parallelogrammum BHGD; & lineæ BD, H G, æquales erunt (*per 34.1*) ita oſtendam reliquas lineas D C, G I, H I, BC æquales eſſe; ergo figura HGI, etiam æqualis eſt figuræ BCD; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

A quolibet ſuperficiei lucidæ puncto projicitur pyramis in planum foramini parallelum, cujus baſis eſt & æqualis, & ſimilis foramini. Ideoque totalis illuminatio à ſole facta & in plano recepta, innumeris conſtat figuris ſimilibus, & æqualibus, quot ſcilicet ſunt puncta lucentia in ſole.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Si unicum lucidi punctum immensè à foramine diſtans, per illud radiet excipiaturque continuò radiatio duobus planis ad eam rectis, duæ figuræ ſimiles & phyſicè æquales generabuntur.

Sit punctum quodcumque radians, immensè diſtans à foramine BCD, ideoque radii AB, AC, AD ſint phyſicè paralleli; dico ſi radiatio excipiatur

piatur fucceffivè planis EF, GH, ad quæ radii AB, AC, AD fint recti; quod figuræ MON, IKL



illuminationis, in prædictis planis & fimiles & æquales erunt.

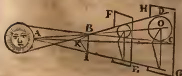
Demonftratio. Radius ABM eft rectus ad plana EF, GH, ex fuppofitione; ergo (*per* 14.11.) plana EF, GH funt parallela, quæ cum fecentur plano AMO, (*per* 16.11.) erunt lineæ IK, MO parallelæ; item lineæ KL, ON; IL, MN, & aliæ quæcumque fi effent, quare (*per* 10.11.) finguli anguli fingulis æquales erunt; Igitur jam figuræ funt fimiles: Quia autem propter immenfam puncti A diftantiam, lineæ AIM, AKO parallelæ funt phyficè, item parallelæ funt IK, MO, parallelogrammum erit MIKO; igitur (*per* 34.1.) lineæ IK, MO æquales funt, & fic de aliis lineis; ergo etiam figuræ IKL, MON, & hoc quomodocumque removeatur planum ultimum, diftantiâ nempè quæ poffit effe hic in terris maxima.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quò radius folaris per foramen quodcumque transmiffus in majori à foramine diftantia, plano ad ipfum rectè excipietur, eò magis ad circulum accedet.

Hæc propofitio clariffima eft ipsâ experientiâ. Videmus enim radium folarem per rimulas quafcumque, per hiatus inter arborum folia transmiffum, in circulum efformari, cujus rei quæritur ratio. Hæc duobus verbis comprehendi poteft, quia fol circularis eft; hujus tamen quæritur ratio demonftrativa. Sit foramen quodcumque, per quod intelligatur radiare, non tantum punctum A quod fupponatur effe centrum difci folaris, fed totus ipfe fol: nam intelligi poffunt fingula foraminis puncta effe vertices totidem conorum, verbi gratiâ, punctum B effe vertex alicujus coni, cujus bafis fit ipfe fol, axis ipfe radius AB. Item intelligi poteft in fequenti figura in eodem puncto B alius conus contrapofitus CBD, cujus axis erit ABO; fi verò ad angulos rectos conus CBD fecetur plano EF, communis fectio erit circulus cujus centrum erit in linea ABO, fi alio plano GH remotiori excipiatur, major fiet circulus cujus cen-



trum eft punctum O. Idem intelligendum eft in punctis I, K, fieri; nempe generari alios conos quorum axes erunt radii AI, AK, & confequenter dum hujufmodi coni fecabuntur planis EF, GH, fectio fingulorum conorum circulus erit, cujus centrum exiftet in radiis AK, AI productis. Sed radii AI, AK, AB, & alii ab eodem centro difci folaris ducti, in fingulis planis figuram fimilem, & æqualem generant (*per præcedentem*,) circuli autem crefcunt prout plana funt magis remota à foramine (*per* 14.) ergo (*per lemma fuperius*) cum centra æqualiter femper diftent, & augeantur femper circuli, radius totalis feu illuminatio magis accedet ad circulum, quò major erit plani excipientis à foramine diftantia; quod erat demonftrandum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Si foramen aliquâ fui parte tegatur non mutatur figura radii in majori diftantia excepti, fed minus lucidus erit, mutabitur figura in minori diftantia.

Foramen per quod tranfmittuntur folares radii, claudatur aliqua parte; dico primò in minori diftantia mutari figuram illuminationis in plano excipiente.

Demonftratio. Figura illuminationis in plano excipiente, in minori diftantia fimillima eft ipfi foramini, cum circuli qui funt bafes fingulorum conorum funt adhuc minimi; fed dum clauditur pars foraminis, mutatur figura foraminis: ergo fi excipiatur radius in parvà à foramine diftantia, claufo ex parte foramine, mutabitur figura illuminationis, in quacumque tamen diftantia femper illuminatio major eft ipfo foramine, quia jam incipiunt coni fe dilatare & ampliare illuminationem.

Secundò dico excepti radii in magna diftantia figuram, non immutandam, etiam fi foramen ex parte tegatur, quia (*per præcedentem*) in magnâ diftantia radius folaris eft phyficè rotundus, per cujufcumque figuræ foramen tranfmittatur; ergo mutatâ figurâ foraminis manet femper rotundus.

Tertiò dico in tali cafu fore ut minuatur ejus fulgor, quia tunc non erit tantum luminis, cùm pauciores erunt coni luminofi in idem fpatium radiantes; fed dum clauditur foramen ex parte, non funt tot radii luminofi, ac fi totum apertum effet, ergo, &c. nam aufertur ille conus qui in parte foraminis obturata formaretur.

COROLLARIUM I.

Quod de mutatione figuræ foraminis hac propofitione probavi, intelligendum etiam eft de corporibus opacis in medio foramine fufpenfis, quæ in parva diftantia apparent in folari radio; in majori vero diftantia evanefcunt, nam cum aliam faciant figuram foraminis, hæc in parva diftantia fe exhibet, in majori degenerat in circulum.

COROLLARIUM II.

Duo foramina vicina in unicum radium circularem coalefcunt, cùm enim coni in fingulis foraminum punctis formati, femper magis amplientur; fi excipiantur planis, bafes habebunt circulos femper majores, cum tamen eadem femper maneat centrorum diftantia; ergo ita augeri poterunt circuli, ut diftantia centrorum nullam fenfibilem habeat cum circulorum diametris rationem, ita fi dareretur lamina crebris foraminibus interpuncta; evanefcerent tandem in radio foraminum intervalla, & unicus circularis radius in magna diftantia formaretur.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Si corpus opacum inter foramen & solem opponatur, quod impediat aliquam tantum solis partem in totum foramen radiare; radius in convenienti distantia exceptus, figuram partium radiantium imitabitur.



Sit sol sphaera, cujus centrum A, qui radiet in foramen B C, cujus radii duplici modo intercipi possunt corpore opaco. Primus modus est si corpus opacum sit valde vicinum foramini; ut si esset in D, interciperet quidem aliquos radios solares, immò fortasse omnes transeuntes per aliquod punctum foraminis. Verbi gratiâ corpus D intercipit radios EC, FC, GC, radiantes per punctum C, alios autem intactos relinquit, & de hoc jam diximus, nempe radium semper fore circularem.

Secundus modus est, si intercipiantur aliqui radii omnino, ita ut aliqui nullam foraminis partem intercipiant. Ut si in puncto H interponeretur corpus opacum, intercipiens radios omnes usque ad F B. Dico fore ut radius exceptus in magna distantia post foramen mutet figuram.

Demonstratio. In singulis conis, quorum vertices sunt in foramine, similes partes umbrosae erunt, & carebunt radiis: ergo etiam basium similes partes umbrosae erunt; & ex eadem parte, oppositâ scilicet parti ex qua corpus opacum interponitur: ergo etiamsi circuli ita amplientur ut unum sensibilem circulum efficiant, ille circulus deficiet à rotunditate sua, & figuram exhibebit tantum partium solis in foramen radiantium.

Hoc autem primò accidit in puncto I, nempe ut eadem sit proportio diametri foraminis ad lineam BI, quanta diametri solis ad distantiam E I: & quia sol ex terris & locis terrae vicinis videtur sub angulo 30 minut. ita ut angulus E I G sit 30 minut. hoc est, ea est ratio lineae EG ad EI, quae 1 ad 115, ita enim circiter se habet chorda semigradus ad sinum totum. Si removeatur corpus opacum à foramine centum & quindecim diametris ipsius foraminis, poterit mutari figura radii per foramen transmissi. Quod adhuc exactius accidet si multò magis corpus opacum removeatur.

COROLLARIUM.

Ex hac propositione rationem deduces cur sole oriente, aut occidente, radii per foramina excepti, medium tantum solem exhibeant.

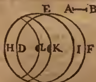
2. Cur sole Eclypsin patiente, solis radius similem figuram solis deficientis exhibeat.

3. Cur maculae solares in magna distantia, appareant in radio excepto.

PROPOSITIO XX.

Pauciores sunt digiti in solis radio per foramen excepto, quam in caelo, & maculae minores apparent quam reverâ sint.

Sit per foramen, cujus diameter AB, transmissus solis radius, qui licèt sit physicè rotundus nihilominus deficit à rotunditate, quanta est diameter



foraminis. Sit ergo DEF basis coni, cujus vertex B, & HEI, basis coni cujus vertex A, sitque prioris circuli pars deficiens ob interjectionem lunae DK, ita ut vera sit proportio DK ad KF, quae est partis in sole Eclypsatae ad partem detectam; quod facilè probari posset, ex oppositione duorum conorum per foramen indivisibile, & aequalitate angulorum ad verticem. Pariter eadem est ratio partis HL ad LI in secundo circulo, quae partis in sole Eclypsatae ad partem detectam. Sed licèt in parte LK non sit tantum lumen quantum in caeteris partibus, est tamen aliquod lumen; quare pars omnino umbrosa erit HL: sed minor est ratio partis HL ad totam LF, quam ad LI minorem (*per* 8.5.) igitur minor erit ratio partis omnino umbrosae, ad reliquam partem radii excepti in plano post foramen, quàm sit partis in sole Eclypsatae ad detectam, quod erat demonstrandum.

Secundò idem dico de macula in sole, quae habet rationem lunae alicujus in ordine ad Eclypsin. Si enim macula ita tegeret solem, ut defectus in radio per punctum B transmisso esset D K, & in radio per punctum A esset HL; adhuc vides minorem esse rationem, maculae illius in charta ad totalem radium, quam maculae solaris ad discum ejus.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur quod quamdiu macula in basi unica

unica circulari, minorem occupabit locum, quam sit diameter foraminis; omninò non apparebit. Ut si esset macula in sole cujus imago aut umbra in circulo DEF, esset K minor, quam diameter foraminis, & in circulo HEI esset umbra L; tunc nulla daretur umbra totalis, licèt enim in punctum K nullus radius perveniret per punctum A foraminis, pervenit tamen aliquis ad eandem partem K per punctum B, unde nulla appareret illa macula sumpta pro defectu totali luminis. Si verò sumatur pro imminutione aliqua luminis, duplex appareret: decedit igitur tantum de vera proportione magnitudinum macularum, aut partis solis Eclypsatæ ad reliquam, quanta est semidiameter foraminis, quæ in maximis distantiis tam parva esse potest, ut omninò evanescat.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Cur radius solaris per foramen transmissus videatur in loco umbroso, alibi non videatur.

Experientiâ compertum est, si radius solaris transmittatur per foramen intra cubiculum undique clausum; optimè videbitur ille radius etiam in aëre, qui extra cubiculum in aëre libero videri minimè poterat. Item radii solares communiter in aëre non videntur sereno tempore, si tamen ipsis è regione respondeat locus umbrosus, videbuntur.

Ratio esse potest, quod ad hoc ut objectum videatur, debeat, ut jam dixi, remitti ab ipso aliquod lumen in oculum, quod lumen debet esse majus, quam quod in eandem partem retinæ aliunde allabitur, corpora minuta quæ librantur in aëre, non sunt omnino diaphana, ideoque possunt aliquid luminis reflectere ad oculum usque. Ex quo fit ut, quò aër erit purior, eò minùs radius per reflexionem videri possit: quare ut in cubiculo melius videatur opus erit pulverem excitare, ita communiter focum lentis convexæ facilius invenimus, aut fumum, aut aliquid aliud ad reflexionem aptissimum admovendo. Illud tamen lumen ab hujusmodi minutis corporibus reflexum tenue est discontinuum & valdè rarum; unde si lumen potentius & intensius aut æquè intensum, easdem retinæ partes feriat, ineptum erit ad movendos oculos, quia lumen majus offuscat minus. In quo tamen aliquam semper difficultatem inveni, licèt enim nonnulli, ut hunc modum solvant, afferant multas experientias; immò & aliorum sensuum exemplum, hoc tamen non omnino satisfacit, neque dat rationem à priori hujus experientiæ, nam facilius in aliis sensibus id explicari potest, quam in oculis. Et primò quidem in auribus si sonus nihil aliud sit, quàm corporum aut aëris vibratio, si potentissimus sit sonus, & ad movendum tympanum certo genere vibrationis aptissimus, non percipientur interea minores soni, quia non poterit alia vibratione affici tympanum. In odoribus faciliùs solvetur, qui cum spiritibus evaporatis conjuncti sunt, & mirum non est si nares, & processus mammillares spiritibus certi odoris oppleti, alios non admittant.

Idem dico de saporibus, si enim pori palati & linguæ in quibus præcipuè viget ille sensus, certi saporis succo impleantur, mirum non est si aliis succis non sit locus. In tactu ubi manus potentissimè calefacta interea dum fiet reactio, non ità citò frigus persentiscet. Idem proportione quadam dicendum est cum lumini solari additur lumen candelæ, vel dum paries benè illuminatus in oculum lumen remittit, etiamsi etiam à corpusculis in aëre volitantibus aliquid remittatur, illud tamen valdè tenue est, nec multum addit roboris radiis, parietis illustrati: unde eodem modo oculus afficitur ac si à solo pariete lumen reciperet. Deinde ad præsentiâ magis coarctatur pupilla, ex quo fit ut paucissimi sint illi radii qui ab his minutioribus objectis ad fundum retinæ perveniant. 3. Si impressio facta in retina sit aliquid aliud præter lumen, ut si esset certus motus localis, impossibile esset ut duobus simul motibus moveretur.

Affero experimentum clarissimum dum objecta per foramen cubiculi clausi in charta spectantur cum suis omnibus coloribus, si aliunde lumen affulgeat obliterantur omnino, unde hoc? quia in tenebris solum illud lumen ab objectis, nempè in chartam per foramen illapsum in retinam incurrebat: dum verò aliud lumen admittitur, jam eadem charta majus lumen, aliunde receptum in eandem retinæ partem reflectit, quod ita retinam occupat, ut additamentum ab eo priori lumine exili, nullo modo adverti possit.

Propter hanc rationem optimum est in telescopiis aptandis, ut tubi sint crassiores, habeantque intus circulos chartaceos, non moltum apertos, ut vitentur omnes reflexiones ad tuborum latera factæ, quæ multum officerent visioni.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

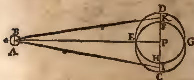
Solis diametrum visibilem metiri, radio per foramen immisso.

Licèt varii assignentur modi definiendi diametrum visibilem solis, seu sub quo angulo videatur à nobis, seu quota sit pars circuli alicujus maximi per ipsum ducti; id tamen poterimus satis facilè metiri. Sit foramen AB in lamina aliqua tenui efformatum; quæ quantùm fieri potest sit ad solis radium centralem recta; per hoc foramen transmissus radius solaris excipiatur plano aliquo, ad angulos rectos, quod fortasse non erit ita facile; ideoque ut hoc commode habeatur. Fiant in plano, plurimi circuli concentrici, dico, si radius solaris, uni ex his circulis exactè quadret, quod erit radius centralis ad illud planum perpendicularis. Si enim perpendicularis non esset, planum obliquè secans conum aliquem totalem non deficientem sensibiliter saltem in magna distantia à



totali aliquo cono, sectionem faceret ovalem; & experimur de facto quoties obliquè radium solis excipimus, toties generari Ellypsin. Sit igitur ra-

dios tali plano exceptus CEDG, ita tamen ut demonstrationis causa distinguamus duos in eo circulos; unum, qui sit basis coni cujus vertex A, alterum



que CEFG, & alium HED, qui sit basis coni cujus vertex B, quorum centra tantum distant inter se quanta est diameter A B: igitur, totus sensibilis circulus C E D superet eum qui esset basis coni cujus vertex indivisibilis diametro foraminis AB, quare ut uti possis foramine AB quasi indivisibili, aut potiùs habere basin coni cujus vertex est præcisè centrum foraminis, abscinde ex circulo totali in plano excipiente notato, hinc inde, lineas C I, KD, æquales semidiametro foraminis, & metire angulum IOK; hunc dico esse angulum apparentis magnitudinis solaris. Nam (*prop. 14. hujus*) ostendimus, si per foramen indivisibile transmittatur radius solaris, generari conum, & angulum in foramine factum esse oppositum ad verticem illi sub quo apparet ipse sol; sed hîc habemus conum qui fieret à solis radiis per centrum foraminis transmissis; ergo angulus IOK est angulus quæsitus. Hunc autem facilè habebis si metiaris distantiam OP, & lineam PI; nam in triangulo OPI, si OP fiat radius, PI erit tangens anguli POI, nempè dimidii anguli quæsiti, vel si babeas IO, si IO sit radius, I P est sinus anguli POI dimidii anguli quæsiti.

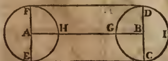
PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Sphæra luminosa opacæ æqualis, eius dimidiam partem illuminat.

Quæcumque diximus superiùs de visione sphæræ ab uno oculo, intelligenda sunt de illuminatione ejusdem sphæræ ad eodem puncto luminosi. Ut verbi gratia diximus oculum videre minùs quàm dimidiam partem alicujus sphæræ: Applica & dic punctum unum lucidi minùs quam dimidiam partem sphæræ illuminare. & Id quod videtur, circulo comprehenditur; id quod illuminatur circulo comprehenditur, si oculus ad sphæram accedat minus de illa videbit, sub majori tamen angulo, si punctum lucidum ad sphæram accesserit, minorem illius partem illuminabit, sed sub majori angulo & consequenter pluribus radiis illuminabit. Linea recta conjungens oculum cum centro sphæræ, transit per polum circuli partem visam comprehendentis; pariter linea recta conjungens punctum luminosum & centrum sphæræ, transit per polum circuli illius minoris qui limes est illuminationis, & ita de cæteris, quibus ut facilibus & obviis supersedeo, modò igitur illuminationes peculiares corporum opacorum, à corporibus lucidis persequemur.

Sint igitur sphæræ æquales quorum centra, A & B, hæc lucida, alia opaca, dico præcisè ab ea illuminari hemisphærium. Sit enim planum quodcumque secans utramque sphæram per centrum, erunt (*per 11. Theodosii*) circuli E H F, C G D



maximi sphærarum, connectantur centra circulorum seu sphærarum linea A B; ad quam cadant ad angulos rectos perpendiculares EF, CD, quæ consequenter æquales erunt, cum sphæræ supponantur æquales: ducantur lineæ CE, CF. Cùm ergo lineæ AB, FD conjungant lineas AF, BD æquales, & parallelas (*per 29. 1.*) eò quòd anguli B A F, ABD interni ad easdem partes, sint duobus rectis æquales immò duo recti, erunt AB, FD parallelæ & (*per 34. 1.*) anguli A & D; B & F oppositi æquales, sunt igitur anguli F & D recti, & (*per 16. 3.*) linea FD utramque sphæram tanget, idem dicendum est de EC, dico totum semicirculum CGD illuminandum esse, & nihil aliud. Non enim aliquod punctum semicirculi DIC illuminari potest, ut jam ostendimus; quare si immotâ AB intelligatur volvi semicirculus CGD; hic describet hemisphærium; & cum ipse illuminatus sit, describet hemisphærium illuminatum. Vel faciliùs: Quod dixi de semicirculo CGD idem probari potest de aliis omnibus semicirculis se intersecantibus in puncto G: igitur sphæræ opacæ dimidium præcisè à sphæra æquali illuminatur, quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

In lineâ centra sphærarum connectente, invenitur polus illuminationis, nempe punctum G, qui est polus circuli illius, qui est limes illuminationis.

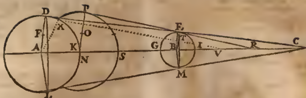
PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Sphæra opaca minoris lucidâ, plusquam hemisphærium illuminatur: pars vero lucida illuminans, minor est hemisphærio.

Sit sphæra luminosa major cujus centrum A, & opaca minor cujus centrum B; dico sphæræ minoris illuminandam majorem partem hemisphærio, & sphæræ luminosæ partem illuminantem minorem esse hemisphærio.

Sit semidiameter minoris BE, quæ minor erit semidiametro majoris AD, abscindatur AF æqualis ipsi BE, ducaturque per centra linea AB ulterius producenda, intelligatur planum per centra sphærarum transiens, quod consequenter ut priùs, sectiones in sphæra faciet circulos maximos. Fiat ut FD ad AF, ita AB ad BC, eritque componendo, ut AD ad AF, seu BE, ita AC ad BC. Ex puncto C ducatur tangens majorem circulum in puncto D, dico etiam eamdem tangere minorem circulum. Ducatur enim ad contactum linea AD, eritque (*per 16. 3.*) angulus A D C rectus, huic ducatur parallela BE, eritque (*per 4. 6.*) ut C A ad CB, ita AD ad BE; sed ut AC ad BC, ita jam erat AD ad A F æqualem semidiametro minoris sphæræ; ergo BE æqualis est semidiametro minoris



noris sphæræ, & cùm sit parallela lineæ AD, angulus BEC æqualis erit angulo interno ADC (*per* 29.1.) igitur (*per* 14.3.) linea BE tangit circulum in E.

Demonstratio. In triangulis CBE, cum angulus E rectus sit, angulus CBE minor est recto, & consequenter EBG major recto; igitur arcus GE major est quadrante; & IE minor est quadrante. Ostendam pariter arcum KD minorem esse quadrante. Si ergo immotâ lineâ CA intelligatur volvi, totum triangulum CAD punctum D definiet in sphæra lucida segmentum LKD minus hemisphærio, & segmentum MGE majus hemisphærio, sed segmentum DKL est illuminans comprehensum nempè tangentibus, & MGE illuminatum, igitur illuminatum majus est hemisphærio, illuminans est minus. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Ex hac patet conversa, si nempe sphæra illuminans statuatur minor, & opaca major, pars majoris illuminata minor erit hemisphærio, & illuminans major.

COROLLARIUM II.

Linea connectens centra sphærarum transit per polos segmentorum illuminantis & illuminati.

COROLLARIUM III.

Sol majus segmentum hemisphærio, tam in luna quam in terra illuminat.

COROLLARIUM IV.

Pars non illuminata sphæræ minoris opacæ similis est parti illuminanti sphæræ majoris lucidæ: cum enim lineæ AD, BE sint parallelæ anguli IBE, KAD æquales erunt, & arcus KD, IE similes, & consequenter segmenta quæ per circumvolutionem generantur similia.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Sphæra luminosa major, opaca minori propior, majorem eius partem illuminat, quam si remotior esset.

Supponatur sphæra luminosa major, cujus centrum erat A, accessisse ad minorem, ita ut illius sit centrum N, dico ejusmodi sphæram majorem in N positam, majorem partem sphæræ minoris illuminare, quàm si esset in A. Factâ enim cadem constructione, sit NP illius diameter; sitque NO æqualis ipsi AF aut BE; fiat ut OP ad ON, seu FD ad AF; ita NB ad BR, sed ut FD ad AF, ita erat AB ad BC, igitur erit ut AB ad BC, ita NB ad BR. Sed NB minor est quam AB, igitur NR minor erit quam NC; ex puncto R ducatur tangens circulum SP in P, ostendam ut prius eandem tangere circulum IE.

Rursus abscindatur linea AV, æqualis lineæ RN, ducatur ex puncto V tangens circulum KD, quæ neque cadet in punctum D ne dentur duo anguli recti inæquales, neque ultra punctum D, ergo citra; ponatur cadere in punctum X, eritque arcus KX minor arcu KD. In triangulis VAX, RKP, rectangulis in X & P, (*per* 16.3.) cum reliqua RN, VA, item NP, AX sint æqualia, reliqua æqualia erunt, (*per lemma* 2. *ante* 27.1. *Eucl.*) ergo anguli RKP, VAX æquales sunt & consequenter arcus SP, NX: sed NX minor est quàm ND, ergo SP eodem minor erit. Sed IT arcus similis est arcui SP, igitur in hoc secundo casu arcus IT non illuminatos, minor erit: & consequenter arcus GT reliquus ad semicirculum major, facta igitur circumvolutione arcus GT describet segmentum illuminatum majus, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

In hoc secundo casu pars sphæræ majoris illuminans minor erit, ostendimus enim arcum SP minorem esse.

COROLLARIUM II.

Si è contra statuatur sphæra minor esse illuminans, dum magis accedet ad majorem, minorem eius partem illuminabit; ostendimus enim arcum SP minorem esse arcu KD. Pars verò sphæræ minoris propioris illuminans major est; nam ostendimus arcum GT majorem esse.

COROLLARIUM III.

Luna in plenilunio minus extensivè illuminatur, quia magis distat à sole, in novilunio autem major illius pars illuminatur, sed cum aversa sit à nobis non videtur. *Cætera quæ ad illuminationem pertinent dicta sunt cùm de illuminatione terræ, lunæ, veneris, cæterorumque astrorum.*

PROPOSITIO XXVI.

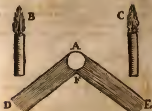
Theorema.

Tot sunt umbræ ejusdem corporis opaci quot lucida.

Hîc supponenda essent aliqua quasi axiomata, sed ita sunt clara ut sufficiat indicare, nempe istud, umbram in directum projici, & in directum jacere cum radio qui à corpore opaco intercipitur, cùm enim lux per lineam rectam profundatur, totum illud spatium quod exorbitabit extra lineam à luminoso per corpus opacum ductam illuminabitur, atque adeo umbra non erit. Cum ergo umbra ut ita dicam stringatur lumine in directum protenso

protenſo eoque definiatur & terminetur, ipſam etiam in lineam rectam protendi neceſſe eſt.

Pariter quod puncti umbra ſit linea, quod umbra in adverſam luminis partem projiciatur.



Sit igitur corpus opacum A, dico tot eſſe umbras quot erunt luminoſa. Sint, verbi gratia, duo lucida B & C, à quibus ducantur lineæ per corpus opacum A, certum eſt quod in ſpatio AD luminoſum C radiare non poterit, ſicut neque in ſpatium AE, corpus B; ergo in AE erit carentia luminis à B producendi, & in AD carentia luminis à lucido C producendi, cum nullum lucidum agat niſi per lineas rectas; in ſpatio autem AF, erit carentia utriuſque luminis; igitur ſpatia AD, AE, minùs illuminabuntur quam ſpatia vicina, & AF adhoc minus, ideoque nigrior umbra erit in AF quam in aliis, unde vides intendi poſſe umbram ſuo modo, intelligendo umbram intenſiorem quæ pluribus privat gradibus luminis.

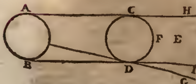
Non ſemper autem hæc umbra advertitur: ut ſi eſſent triginta luminaria, etiamſi ſingula ſuam umbram haberent, quia tamen ſingulæ umbræ ſunt defectus luminis à ſuo luminari prodeuntis, defectus autem vigeſimæ tantum partis luminis, non eſt aliquid notabile; ideo non adverterentur illæ umbræ.

COROLLARIUM.

Umbra multiplicata eſt intenſior, hoc eſt locus in quo concurrunt plures umbræ obſcurior eſt cæteris paribus, hoc eſt ſi medium recipiat lumen à decem lucidis, ibi major obſcuritas erit, ubi plures illorum luminarium umbræ concurrent.

PROPOSITIO XXVII.

Umbra corpori opaco propinquior, ex accidenti poteſt fieri obſcurior, apparet tamen ſemper obſcurior.



Sit luminoſum AB, opacum C D, umbra F, E, dico aliquando ex accidenti umbram F eſſe nigriorem umbra E, quia cum partes non tantum lucidi AB, ſed etiam partes aëris circa A & B illuſtrentur, poterunt aliquid per reflexionem remittere verſus E, quod tamen intercipietur corpore opaco C D; multò magis ſi prope luminoſum A non tantum ſit aër, qui ob tenuitatem non multum luminis tranſmittere poteſt, ſed etiam alia corpora, præcipuè vero albi coloris: igitur in talibus caſibus verè & realiter erit major lux in E, quàm in F, & conſequenter major privatio in F quam in E.

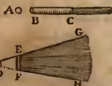
Ut plurimum tamen apparet umbra major in F, quàm in E, cum enim tenebræ comparatæ cum majori luce, magis appareant: & in G ſit major lux quam in I, eò quòd in majori diſtantia lucidum minus lumen producat; tum etiam quod prope G plures partes lucidi AB agant; quàm in puncto I, ut apparet: igitur umbra in F apparebit major quam in E, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Linea oppoſita directè lucido indiviſibili umbra eſt linea infinita: obliquè erit ſuperficies etiam infinita, ſuperficiei directè oppoſita, umbra eſt ſuperficies item infinita, obliquè oppoſita eſt figura ſolida.

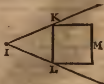
Hæc conſideratio lucidi ut indiviſibilis eſt utiliſſima ad ſolvendas cæteras propoſitiones, cum omne lucidum conſtet quaſi punctis. Sit igitur primò lucidum A, cui objiciatur linea BC directè,



ita ut producta attingat ipſum A, dico umbram illius fore lineam infinitam, quod clariſſimum & per ſe patet.

Secundò ſit luminoſum indiviſibile D, cui objicitur linea EF, ſi ex E ducantur lineæ D E G, DFH, illæ determinabunt umbram lineæ DF, quia autem lineæ DE, DF nunquam concurrunt, ideo hæc umbra quaſi infinita eſt.

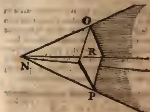
Tertiò ſit ſuperficies directè oppoſita luminoſo I, hoc eſt luminoſum I ſit in ſuperficie KLM



producta: dico hujus ſuperficiei umbram, fore ſuperficiem infinitam. Cum enim ex ſuppoſitione punctum I ſit in eadem ſuperficie KLM; lineæ radioſæ ab eo ad quodlibet punctum ſuperficiei KLM, in eadem ſuperficie erunt: ergo lineæ umbroſæ, quæ ipſis in directum jacent non egredientur

tur extra eandem superficiem (*per.8.11.*) igitur umbra continuabit eandem superficiem.

Quartò sit superficies non directè opposita luminoso indivisibili, hoc est ita ut luminosum N



non sit in superficie opaca OP, dico umbram comprehendere solidum spatium, nam omnes lineæ ductæ ad diversas partes superficiei OP non sunt in eodem plano; si enim esset in eodem plano, vel illud congrueret cum superficie OP, quod est contra suppositionem, vel haberet communem sectionem cum superficie OP, quod fieri non potest, alioquin superficies OP esset tantum unica linea: quare lineæ NO, NP, NR non sunt in eadem superficie, ergo productæ cum umbram constituant, umbra figuram solidam comprehendet.

COROLLARIUM.

Multò magis si corpus opponatur luminoso etiam indivisibili, umbra corpus erit.

Quod si lucido divisibili hæc omnia opaca objiciantur; habebit quidem aliqua umbra partialis has proprietates, non tamen totalis; ut si luminoso AB directè opponatur linea, etiam cum aliqua



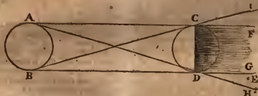
latitudine, tota illuminabitur, & nulla erit umbra totalis; quia quod non illuminatur ab una parte, ab alia illuminatur. Idem dicendum est de linea obliquè objecta, immò & de superficie.

Quare in istis omnibus distinguenda est umbra totalis à partiali, voco umbram totalem carentiam omnis lucis à tali corpore lucido profectæ; umbram verò partialem, privationem aliquam lucis à tali lucido profectæ: erit umbra totalis in eo spatio ad quod à nulla parte lucidi duci poterit linea recta, partialis verò in illo è quo ad aliquam partem luminosi duci non poterit recta linea.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Umbra totalis corporis Sphaerici æqualis lucido Sphaerico, non augetur.



Sit corporis opacum CD, cui sit æquale lucidum AB, dico umbram totalem illius corporis non auctum iri, sed parallelam procedere.

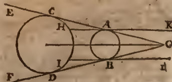
Demonstratio. Nihil est umbra totalis, nisi quod comprehenditur tangentibus AC, BD; si enim assignatur extra illas parallelas punctum quodcumque E, duci poterit à puncto B ad illud linea recta, non impediente corpore opaco CD, ergo non erit in puncto E umbra totalis, sed propositione 22, ostendimus lineas AC, BD, parallelas esse; ergò etiam lineæ umbrosæ CF, BG illis in directum jacentes, erunt parallelæ, seu æquidistantes.

Dixi autem umbram totalem, nam ductis lineis CI, DH quidquid continetur inter lineas CF, CI, partialis est umbra, illuminaturque à parte tantum aliqua lucidi AB, ita ut prope lineam CF minùs illuminetur; ex quo fit ut umbra non sit ita exacta, præcipuè in magna ab opaco distantia.

PROPOSITIO XXX.

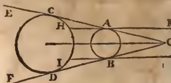
Theorema.

Opaci Sphaerici lucido Sphaerico majoris umbra totalis semper crescit, minoris semper minor evadit.



Sit primò lucidum AB minus opaco CD, dico umbram totalem semper majorem producendam.

Demonstr. Ostendimus propositione 23, tangentem utramque sphæram, concurrere cum linea



cunnectente centra, & hoc ex parte minoris sphæræ, ergo lineæ umbrosæ CE, DF, quæ cum tangentibus in directum jacent; semper à se invicem discedent, quod erat primum.

Si verò è contra, supponatur esse lucidum CD, & opacum AB, ostendam pariter lineas umbrosas AG, BG, concursuras in punctum G, in quo finietur umbra illa totalis.

Dixi pariter (*totalem*) nam umbra partialis nunquam finitur, si enim in corpore lucido CD, sumatur aliqua pars HI, æqualis opaco AB, ita ut lineæ HAK, IBL, sint parallelæ in toto spatio inter lineas AK, BL, erit umbra respectu partium HI.

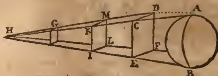
COROLLARIUM.

Sequitur ex hac, & (*ex 23. hujus*) si corpus opacum majus CD, vicinius fuerit corpori opaco minori, citius finietur umbra totalis, item umbras corporum à facibus accensis productas fieri majores corporibus.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Umbra totalis superficiei alicujus excepta plano ipsi parallelo, non est semper figura similis.

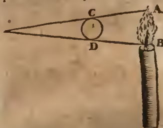


Sit sol AB, & superficies CDE, multò longior quam lata, hoc est sit linea CD multò minor, quam CE, dico quod si umbra ejus excipiatur plano ipsi parallelo, figura umbræ non erit ipsi similis.

Demonstratio. Cum CD, supponatur minor quam CE, radii extremi solis, seu tangentes ductæ per C & D, citius unientur quam ductæ per C & E, quia habent rationem minoris magnitudinis. Uniantur ergo BD, AC, in G, ductæ verò per C & E, uniantur tantum in puncto H.

Demonstratio. Cum superficies CF, KL, supponantur parallelæ; erunt (*per 6.11.*) lineæ KM, CD parallelæ; quare (*per 4. 6.*) erit ut GK ad KC, ita KM, ad CD; est autem major ratio HK, ad KC, quam GK ad KC; ut autem HK ad KC, ita KI ad CE; ergo major est ratio KI, ad CE, quàm KM ad CD, & permutando major erit KI, ad KM, quam CE ad CD; quod est figuras non esse proportionales; quod erat demonstrandum.

Multò minus erit similis, si fit umbra lucidi non sphærici, ut facis accensæ cujus figura est pyramidalis. Sit enim figura flammæ AB, valdè longa, non multum lata; ita ut sit longior diametro sphæræ CD, sed non æquè lata: decrescet umbra



sphæræ CD, in longum (*per 28. hujus*) & angebitur in latum, (*per 29.*) unde evanescet non in punctum sed in lineam, idemque sequetur quod modo probavimus de superficiebus.

Multa alia de umbris quæri possent de quibus suis peculiaribus tractatibus, ut de horologiis, magnitudine umbrarum, sicut dicemus de illuminatione terræ, de illuminatione lunæ, cometarum. Sed hæc suis locis, ista in genere sufficiant.

TRACTA



TRACTATUS XXI.

PERSPECTIVA

Seu de radio directo.



VAMVIS Perspectiva, quacumque ad oculum ; & visionem spectant, comprehendere videatur; usus tamen invaluit, ut hæc appellatio illi tantum facultati tribuatur, quâ in tabellâ, ita objectorum imagines efformamus, ut similem in oculo visionem producant, quam ipsa objecta efformarent, ex quo fit ut pictura omnis ad perspectivam pertineat.

Quia tamen in multis corporibus irregularibus, operosum nimis esset, ex arte, & regulis procedere; ideò Perspectiva paulò arctius sumitur, feréque tota in delineandis iis corporibus versatur, quæ rectis lineis constant, aut quæ ad illa possunt revocari.

Eam in plures libros partior. Primus fundamentalis erit, in quo post suppositiones factas, tribus Theorematibus principalibus, totum negotium absolvam.

Secundus versabitur circa planum præcipuè horizontale, & omnium corporum ichnographiam methodo perspectivâ delineabit.

Tertius circa elevationes versabitur.

Quartus circa puncta quæ dicuntur accidentalia.

Quintus de laquearibus, & fornicibus aget.

Sextus de compositione plurium tabellarum separatarum, de reflexione & umbris aget.

Septimus instrumentum proponet ad praxim valde utile.

LIBER PRIMUS.

Fundamenta Perspectivæ.

SVPPOSITIONES.

SUPPOSITIO I.

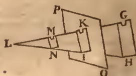
OCULUS unicus, de distantia non benè judicat, & ut plurimum adminiculo interjectorum corporum utitur, ex quorum comparatione ad distantiæ cognitionem venit. Ex quo fit ut facilè in errorem inducatur. Quare si objectum intelligatur ita ad oculum accidere, ut singulæ ejus partes in iisdem lineis rectis permaneant, per quas in oculum radiabant, eodem modò videbitur objectum. Hoc est eandem aut similem visionem in oculo producet, quam antea causabat, ut autem meam mentem meliùs aperiam. Intelligatur objectum A B, ita in oculum radiare, ut per lineas A D, B C, quasi per radios principales, & irrefractos, in oculi fundo, seu retina producat imaginem CD; accedat autem objectum AB, ita tamen ut singulæ ejus partes, maneant in suis radiis principalibus. Hoc est punctum A, maneat in linea A D & B, in lineâ B C, (quod sine imminutione, aut contractione fieri non potest) aut loco objecti A B, in loco E F, substituatur aliud objectum simile, sed paulò minus, ita ut singulæ unius partes, in alterius principalibus radiis statuantur; afferet æqualem, & similem quo ad magnitudinem, imaginem CD, in utroque casu producendam; licèt producatur ab objecto minore, nempe E F. Quod si præter hanc dispositionem adderentur tales colores objecto E F licet minori, ut eandem affectionem in oculo producerent, quam producunt colores corporis A B, objectum in EF, positum, videretur eodem modo, ac si esset objectum AB. Meliùs etiam deciperetur oculus, si hoc non tantum fieret in objecto AB, sed etiam in aliis



aliis vicinis, quæ oculus uno intuitu potest percipere.

Inde patet duas esse ex natura rei partes artis pictoriæ, prima quam hic protiè tradimus, est ut singulæ partes picturæ per easdem lineas principales radient in oculum, per quas radiarent ipsamet objecta: sic enim similis imago producetur à pictura, quæ ab objecto in oculo causaretur. Secunda est ut colores eodem modo eum afficiant, quo colores objectorum. Ita imagines objectorum magis difficterum coloribus dilutioribus adumbramus, & præcipuas tantum eorum partes, distinguimus.

Ex his consequenter concluditur, quod si inter objecta, & oculum interjiciatur tabella in qua notentur communes ejus cum radiis principalibus, ab objectis ad oculum productis sectiones, sequitur (inquam) communes illas tabellæ, & radiorum sectiones in tabellâ notatas, similem in oculo visionem effecturas, quam ipsa objecta.



Sit verbi gratiâ objectum G H, oculus L, tabella interjecta P O, radietque objectum in oculum per radios G L, H L, & alios: fintque communes eorum radiorum, & tabellæ PO sectiones, imago KI, quæ eodem colore pingatur, quò objectum GH; asseso imaginem KI, eandem, aut similem in oculo L, visionem causare, quam produceret objectum GH; cùm per eosdem radios principales oculum afficiat.

Quare officium hujus artis in eo positum est, ut inquirat communes sectiones tabellæ, & radiorum ab objectis in oculum emissorum, sive illa tabella plana sit, sive convexa, parùm interest. Initio tamen & planam supponemus, & verticalem, nisi aliter moneamus.

Colliges ex eo quare tabella vocetur sectio, utpote quæ omnes radios ab objectis emissos secat, communemque eorum sectionem, pro ipsis objectis substituit.

Idem etiam accideret si objectum ante tabellam substituatur, ut si objectum esset in MN, cum eâ tamen differentia, quòd in hoc ultimo casu, imago sit futura major objecto, in primo verò minor.

Sequitur item imaginem non posse, eamdem in oculo visionem producere, nisi ex certo, & determinato loco. Unde in omni pictura certus est, & determinatus locus oculi, determinata ejus, à tabella distantia, alioquin distorta erit, & manca, nec nisi forsitan ex accidenti, poterit aliquid boni præstare. Sed semper determinandus est locus è quo spectari debet tabella.

SUPPONO II.

Ea omnia quæ de visione in genere satis fusè explicata sunt, huic parti accommodari posse. Nam dum diximus verbi gratiâ, quæ majora sunt cæteris partibus, sub majori angulo videri, potest huic convenire; dicendo quæ majora sunt, imaginem in sectione majorem habere, quæ remotiora minorem in universum; si omnium objectorum imagines sint in eadem plana superficie, universaliter verum erit, ea habere in tabella majorem imaginem, quæ sub angulis majoribus videntur. Multaque alia hujusmodi, quæ non multum faciunt ad praxin, ideoque ea facilè prætereo.

SUPPONO III.

Unico tantum oculo spectandam esse tabellam; cum enim unius objecti unica debeat esse imago, imago autem in tabella sit communis sectio radiorum ab objecto ad oculum emissorum, si plures adhiberentur oculi, duplex sectio radiorum in tabella notanda esset. Adde quod unicus tantum oculus faciliùs decipitur; in picturâ autem deceptio intenditur, nempe ut talis sit imago, quæ pro objecto accipiatur.

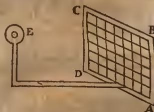


DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

Tabella quam alii sectionem, alii verò vitrum appellant, est superficies illa, quæ inter oculum & objectum intelligitur, & in quâ communea radiorum, ab objecto ad oculum prodeuntium, sectiones delineamus. Dixi superficiem quamcumque; licèt communiter intelligatur plana, nisi aliter moneamus; immò & verticalis, seu recta ad planum horizontale.

Ex hac definitione fluxerunt illæ praxes, quæ sunt quidem communes, rectè tamen picturæ naturam explicant. Paretur quadratum AC, ex quatuor regulis A B, B C, C D, D A, in quo tendantur fila, tam verticalia, quàm horizontalia, quæ quadratum A C, in quotcumque quadrata minora dividant; huic quadrato sit annexa dioptra E, seu lamina perforatâ in puncto E, eique ita annectatur, ut firmiter adhæreat. Exponatur hoc quadratum suâ dioptrâ instructum, ita ut ex dioptra per illud perspici possint objecta. Habeaturque tela aut charta, in totidem quadrata divisa. Respice per dioptram E, singula objecta, & vide in quo quadrato singula videantur, eaque pinge in correspondentibus quadratis, in charta seu tabula, notatis, eritque perfectum opus; totaleque objectum, cum suarum partium vera habitudine, adumbratum habebis, sive quadrata in tela notata, sint majora, minora, aut æqualia quadratis in AC notatis.



Nonnulli

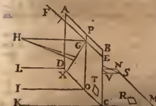
Nonnulli loco filorum vitrum substituunt in quo singula objecta prout videntur ex dioptra E, adumbrantur; ideoque tabellam vitrum vocant; eò quòd omnis tabella communes sectiones radiorum,& vitri delineatas habeat. Ut enim possit cognosci locus ille in quo radius, ab objecto ad oculum emissus, tabellam secat debet tabella esse diaphana, unde alii loco vitri,velo tenui utuntur.

Alii etiam vitrum concavum adhibent in quo cùm objecta multò minora appareant, faciliùs delineantur.

Ex hac item definitione fluxerunt alia instrumenta nempe illa in quibus supponuntur duæ tabellæ, una inferior in qua notantur objectorum imagines, alia superior diaphana; ita autem moventur duæ cuspides, ut quem locum superior in tabellâ diaphana obtinet, eundem aut similem, inferior in sua designet. Sunt alia multa ejusdem rationis, quæ per se satis intelliguntur,& quæ inferius tradam.

Secunda. Linea terræ est communis sectio tabellæ, & plani horizontalis, cui insidere intelligitur; talis est linea DC, communis sectio tabellæ AC, & plani horizontalis KN, seu est linea infima tabellæ.Unica autem communiter assignatur, licèt ut in decursu patebit, quam plurimæ fingi possint, prout plurima plana horizontalia, sibi invicem supposita fingi possunt.

Tertia. Punctum principale, seu punctum visûs, est punctum tabellæ, in quod cadit perpendicularis, ducta ab oculo ad tabellam, ut posito



oculo in H, ductâque ad planum tabellæ perpendiculari HG, punctum G, erit punctum principale, seu punctum visûs.

Quarta. Linea horizontalis, est linea horizonti parallela, per punctum principale transiens, & consequenter æquidistans lineæ terræ: talis est linea EF, dicitur præcipuè horizontalis, quia est in horizonte oculi respicientis tabellam.

Quinta. Linea distantiæ, est distantia oculi à tabella, cum autem omnis distantia penes perpendicularem sit desumenda, erit linea distantiæ HG.

Sexta. Puncta distantiæ, sunt puncta in linea horizontali, aut alia quâcumque assumpta, quæ tantùm à puncto visûs, quantùm oculus distant. Tale est punctum F, posito quod lineæ HG, FG sint æquales; hine inde in linea horizontali duo signantur puncta distantiæ, quæ etiam in alias lineas si opus sit transferuntur, ut dicemus.

Septima. Linea principalis,est perpendicularis ad horizontalem, per punctum principale ducta, ut linea PO, dividens dextra à sinistris.

Octava. Radius est linea ducta ad punctum principale, ut XG, quotiescumque nempe repræsentat lineam objectivam horizontalem.

Nona. Linea objectiva, est linea quæcumque in objecto, cujus repræsentatio quæritur in tabella, talis est linea XS, cujus repræsentatio in tabella erit linea XG.

Decima. Apparentia lineæ objectivæ, est ejus repræsentatio in tabella, seu communis sectio tabellæ, & radiorum à linea objectiva ad oculum ductorum: ut si linea SV, sit objectiva, à qua ad oculum H, ducantur radii SH, VH, quæ secent tabellam in linea XG; linea XG, erit apparentia lineæ SV. Posset item linea objectiva SV vocari Geometrica, & apparentia eius, linea projecta; seu linea perspectiva.

Undecima. Planum objectivum, seu Geometricum, aut figura quæcumque Geometrica, est quodcumque planum, seu quæcumque figura pro ut est in se; in quâ scilicet observantur omnes dimensiones eo modo, quo in se sunt, talis est figura R.

Duodecima. Planum projectum, seu planum perspectivum, est apparentia plani objectivi in tabella, seu communes sectiones tabellæ, & radiorum à plano objectivo ad oculum ductorum; in quo ut plurimum accidit, ut non observentur omnes eius dimensiones, sed aliquæ fiant breviores, aliæ longiores; unde consequenter distinguimus inter ichnographiam Geometricam, & apparentem, seu perspectivam, hoc est projectam.

Decima tertia. Ichnographia Geometrica, est descriptio sectionum alicujus corporis, cum plano horizontali cui insistit, prout sunt in se: seu est basis, pro ut in se est, corporis cujuscumque plano horizontali insistentis: servatis nempè æqualiter omnibus, & singulis eius dimensionibus, ut si cubus plano horizontali insistat, ejus ichnographia, planis, basis est quadratum. Si cylindrus stet rectus, eius basis erit circulus. Et hoc Geometricum est, pertinet enim ad Geometriam, scire omnes, & singulas cujuscumque corporis dimensiones, ut si arcis alicujus ichnographiam describimus, etiam in charta singulæ lineæ habent eandem in charta, quam in objecto proportionem.

Decima quarta. Ichnographia projecta, seu perspectiva,est ichnographiæ Geometricæ repræsentatio in tabella, seu communes sectiones tabellæ, & radiorum ab ichnographia Geometrica, ad oculum transmissorum. Ut si figura R,respiciatur ab oculo H, eius apparentia, seu repræsentatio, in tabellâ, erit figura T, si figura R, fuerit basis verbi gratia cubi, seu ichnographia Geometrica illius figura T, in tabella, erit ichnographia ejusdem perspectiva.

Decima quinta. Scenographia est descriptio radiorum verticaliter erectorum; quæ pariter, in Geometricam, & projectam dividi potest. Scenographia Geometrica erit; si intelligatur corpus aliquod secari plano verticali aliquo, communes sectiones illius, & plani verticalis erunt scenographia Geometrica. Si verò communes sectiones tabellæ, & radiorum ab hac scenographia Geometrica, ad oculum ductorum notentur; dicetur scenographia projecta, seu perspectiva.

Erit autem perfectum opus si plures ejusdem corporis superficies in tabellam describantur.

Decima sexta. Hujus ergo scientiæ scopus est, communes sectiones tabellæ, & radiorum ab objectis ad oculum ductorum in eadem tabellâ delineare. Quia autem solas corporum superficies videmus,& superficierum extrema sunt lineæ; primò

aliquas propositiones circa linearum apparentiam proferemus, ex quibus tanquam ex principiis, alias innumeras deducemus, & hæc erit materia primi libri. In secundo plana horizontalia considerahimus; nam eodem modo procedendum est in hac materia ac in Architectonica, quæ à fundamentis incipit; ita etiam omnium corporum Ichnographiam Perspectivè delineabimus. In Tertiò de elevationibus loquemur, hoc est, ædificii nostri parietes excitabimus. In Quarto de corporibus variè inclinatis loquemur. In Quinto de Perspectiva irregulari, atque ita cætera persequemur.

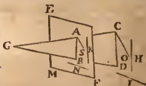
PROPOSITIO I.

Fundamentalis.

Theorema.

Apparentia linea objectiva æquidistantis tabellæ, est eidem lineæ parallela.

Sit AB, apparentia lineæ CD, quæ sit tabellæ æquidistans; hoc est quæ quantumlibet produ-



catur, nunquam tamen attingat tabellam E F, etiam productam, dico apparentiam AB esse lineam, parallelam lineæ CD. Sit oculus in puncto G, ex quo ad singula puncta lineæ CD, intelligantur duci lineæ GC, GD, & aliæ quotquot intermediæ.

Demonstratio. Triangulum GCD, in uno est plano, (*per* 2.11.) in quo apparentia lineæ CD, debet necessariò esse, (*per* 10. *defin. hujus*) quare (*per* 3. 11.) AB, est linea recta, quod erat primum.

Lineæ autem AB, CD, sunt in eodem plano trianguli ACD, & convenire non possunt. Cum enim AB, sit in plano tabellæ, & (*per* 1.11.) ex eo non egrediatur, & ex suppositione linea CD, sit æquidistans tabellæ, eamque attingere non possit, cum linea AB convenire non potest; quare (*per defin. parallelarum*) lineæ AB, CD, erunt parallelæ, quod erat demonstrandum.

Ex hac propositione multa deduci possunt corollaria, quæ infra in numerum propositionum methodi gratiâ referam.

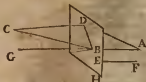
PROPOSITIO II.

Fundamentalis.

Theorema.

Si linea objectiva per oculum ducatur parallela, tabellam attingens in aliquo puncto; illius linea objectivæ, apparentia producta per illud punctum transit.

Sit linea objectiva A B, cui per oculum C, ducta est parallela CD, tabellam attingens in puncto D, dico apparentiam lineæ AB, esse lineam, & productam transire per punctum D.



Demonstratio. Cum lineæ A B, CD, sint parallelæ, in eodem sunt plano (*per defin. parall.*) ductique ex oculo C, ad omnia puncta lineæ AB radii, erunt in eodem plano, (*per* 2.11.) & (*per defin.* 10. *hujus*) apparentia lineæ AB, erit communis sectio illius plani & tabellæ. Sed punctum D, est etiam in eodem plano, & in tabella, igitur punctum D, est in ea communi sectione; ergo apparentia lineæ AB, producta transit per punctum D, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Si linea CD, ipsi AB parallela, tabellam attingat, ipsa quoque AB, producta tabellam attinget, nisi enim attingeret tabellam, illi esset parallela, & (*per primam hujus*) ejus apparentia BD, eidem esset parallela, & consequenter CD, eidem BD parallela esset, quod est absurdum, cum eam attingat in puncto D.

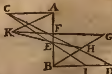
PROPOSITIO III.

Fundamentalis.

Theorema.

Si linea in parallelas incidens transversis lineis, ab uno puncto unius parallelarum ad divisiones alterius ductis, dividatur: simili modo dividetur, si duæ aliæ parallelæ per ejus extremitates ductæ, easdem habeant divisiones.

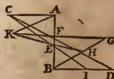
Linea AB, incidat in parallelas AC, BD, dividaturque in punctis E & F, à lineis transversis



CD, CI, ductis à puncto C, unius parallelarum ad divisiones I, & D alterius parallelarum, ducantur per puncta A & B, duæ aliæ parallelæ AK, BG; quarum AK, æqualis sit lineæ AC, & BG, easdem habeat divisiones quas habet linea BD, hoc est BD, BG, item BI, BH sint æquales, dico lineam KG, transire per punctum F, & lineam KI, per punctum E.

Demonstratio. Triangula CAF, FBD sunt æquiangula, cum anguli CAF, ABD alterni, (*per* 27.1.) sint æquales, & oppositi in F, sint æquales (*per* 14.1.) quare (*per* 4.6.) erit CA & AK, illi æqualis

lis ad AF, sicut BD, aut BG, ad BF, pariter cum anguli KAF, FBG, alterni sint æquales, & latera



proportionalia erunt (*per 6.6.*) triangula KAF, BFG æquiangula, igitur angulus BFG, æqualis erit angulo AFK, unde (*per 16.1.*) lineæ KF, FG, unam lineam efficient, ideoque lineæ KG, per punctum F transit.

Idem probabo de linea CI, quam dico transire per punctum E, igitur eodem modo dividitur linea AB, sive utar parallelis AC, BD, sive utar parallelis AK, BG, quod erat ostendendum.

Propositio hæc vera est, sive lineæ AC, AK, sint in eodem plano sive non sint. Erit autem usui ad determinandas longitudines apparentiarum, ut videbimus in usu.

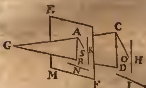
Ex his tribus propositionibus ferè omnia demonstrantur, unde in decursu hujus libri, propositiones afferam, quæ ex præcedentibus quasi corollaria deduci poterant.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Si dentur duæ lineæ objectivæ, tabellæ æquidistantes, & inter se parallelæ, habebunt apparentias inter se parallelas, aut eandem.

Sint in figurâ propositionis primæ, duæ lineæ objectivæ CD, & H æquidistantes tabellæ, item



æquidistantes inter se, sintque earum apparentiæ AB & K: dico AB & K, esse parallelas inter se.

Demonstratio. Lineæ objectivæ CD & H sint parallelæ, sed linea AB, (*per 1. hujus*) est parallela lineæ CD, ergo (*per 9.11.*) est parallela lineæ H: sed lineæ H, pariter parallela est linea K, ergo (*per eandem 9.11.*) lineæ AB & K, apparentiæ linearum D & H, sunt inter se parallelæ, quod erat demonstrandum.

Potest tamen fieri, ut duæ lineæ objectivæ, tam tabellæ, quam inter se parallelæ, eandem habeant apparentiam, si nempè sint in eodem plano trianguli cujus basis sit altera linea, & vertex oculus.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si linea objectiva, fuerit parallela alteri lineæ in tabella ductæ, ejus apparentia, eidem parallela erit.

Sit linea objectiva L parallela lineæ FM, in tabella ductæ, verbi gratia, lineæ terræ, sitque linea N apparentia lineæ L, dico lineam N, esse parallelam lineæ FM.

Demonstratio. Cum (*per primam hujus*) lineæ L, & N sint parallelæ, & ex suppositione lineæ L & N sint etiam parallelæ, (*per 9.11.*) lineæ N, & FM erunt parallelæ, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Omnes lineæ horizontales objectivæ, æquidistantes tabellæ habent apparentias lineæ terræ parallelas, quia ipsæ sunt æquidistantes lineæ terræ.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Lineæ verticales objectivæ, habent apparentias in tabellâ verticales.

Sint quæcumque lineæ objectivæ verticales: dico illarum apparentias in tabella verticali, verticales esse.

Demonstratio. Omnis linea verticalis, tabellæ verticali est parallela; igitur (*per primam hujus*) habet apparentiam sibi parallelam; sed linea parallela verticali, verticalis etiam est; ergo linea objectiva verticalis, habet apparentiam verticalem, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO VII.

Thoerema.

Linea objectiva tabellæ æquidistans, & ad verticalem inclinata, habet apparentiam similiter ad verticalem inclinatam.

Sit linea objectiva CO, inclinata ad lineam CD verticalem, & æquidistans tabellæ: dico ejus apparentiam AS, esse similiter ad verticalem AB inclinatam, seu angulos BAS, DCO esse æquales.

Demonstratio. Linea CD, verticalis (*per præcedentem*) habet apparentiam verticalem, ergo & parallelam lineæ AB, si ipsa AB, non est illius apparentia, quare (*per 9.11.*) linea AB est ipsi CD, parallela, sed (*per primam hujus*) linea CO, est parallela suæ apparentiæ AS, igitur lineæ AB, CD, item CO, AS sunt parallelæ, & angulos A & C comprehendunt; igitur (*per 10.11.*) anguli A, & C æquales erunt, quod erat ostendendum.

PROPO

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Quæcumque figura objectivæ, descripta in planis tabellæ parallelis, habent apparentias sibi similes.

Supponantur quæcumque figuræ objectivæ descriptæ in plano parallelo tabellæ, dico earum apparentias esse figuras omnino similes.

Demonstratio. Nam omnes lineæ in talibus planis ductæ (*per* 1. *hujus*) habent apparentias sibi æquidistantes, & quæ (*per* 10.11.) comprehendunt angulos æquales; & perfectis triangulis (*per* 6.6.) triangula erunt proportionalia, & figuræ omninò similes; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

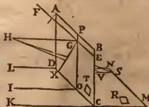
Circulus cujus planum est tabellæ parallelum, habet pro apparentia circulum quadratum similiter pro apparentia quadratum, & ita de reliquis.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Linea objectiva in plano, secante tabellam ductâ, & communi sectioni parallela, apparentiam habet eidem communi sectioni parallelam.

Sit in figura definitionum linea objectiva NM, ducta in plano C N, tabellam secante, & sit parallela communi sectioni C D, dico apparentiam lineæ NM, eidem CD, parallelam esse.



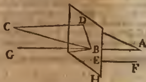
Demonstratio. Linea NM, quantumvis producatur nunquam attinget tabellam. Eam enim attingere non potest, nisi in aliquo puncto quod pertineat ad planum CN, in quo ducta est; planum autem C N, nihil habet commune cum tabellâ, nisi communem sectionem CD. Non potest autem convenire cum CD, quia ipsi supponitur parallela, igitur parallela est tabellæ, quare apparentia ejus (*per* 1. *hujus*) eidem erit parallela. Sed C D, supponitur eidem parallela; ergo (*per* 9.11.) apparentia lineæ NM, lineæ CD parallela erit, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Lineæ objectivæ, parallelæ inter se, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias, in eodem tabellæ puncto concurrentes.

Sint in figurâ propositionis secundæ, duæ lineæ AB, EF, parallelæ inter se, non tamen æquidistantes tabellæ, dico earum apparentias in eodem puncto tabellæ convenire, ita ut si plures essent



hoc modo inter se parallelæ, omnium apparentiæ, in eodem tabellæ puncto convenirent; nam nisi earum, nempè AB, per oculum C, ducatur parallela C D.

Demonstratio. Linea C D tabellam attinget in aliquo puncto, si enim producta non attingeret tabellam, tabellæ esset æquidistans, & consequenter linea A B, eidem tabellæ æquidistans esset, contra suppositionem. Attingat igitur tabellam in puncto D; cum linea CD sit parallela lineæ AB, & AB, EF, supponantur parallelæ, erunt (*per* 9.11.) CD, EF parallelæ, unde (*per* 2. *hujus*) lineæ AB, E F; habebunt apparentias per punctum D transeuntes; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Notandum tamen, fieri posse, ut lineæ AB, EF, eandem habeant apparentiam, si nempè sint in eodem plano per oculum ducto. Et hoc sæpè accidit, nam omnes lineæ ductæ in plano per oculum ducto, eandem habent apparentiam.

PROPOSITIO XI.

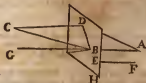
Theorema.

Apparentia lineæ infinitæ finita est, & apparentia lineæ finitæ, infinita est.

Sit in figura propositionis secundæ, linea BA, quæ producatur quantum libuerit versùs partes A, ita ut sit linea BA, major, & major in infinitum; dico illius apparentiam BD finitam esse. Hoc est sumatur in linea B A, punctum quantumlibet remotum à puncto B, ad quod ex oculo C, intelligatur duci linea recta, hæc cadet infra punctum D: ergo apparentia totius lineæ quantumlibet magnæ, incipiendo à puncto B, minor erit lineâ BD, quod erat primum.

Producatur deinde linea AB, ita ut tabellam pervadat,

pervadat, fitque linea BG, æqualis lineæ CD, dico apparentiam lineæ BG esse infinitam, hoc est



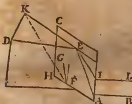
quantumlibet producatur linea DB, versus partes H, licèt semper inveniatur apparentia partis majoris, & majoris lineæ BG, nunquam tamen posse inveniri apparentiam totius lineæ BG. Nam si ducatur ex puncto, C linea ad eius apparentiam BH, quantumlibet productam, nunquam tamen invenietur apparentia puncti G, quia linea CG est parallela lineæ BH. Poterit tamen magis ac magis accedere ad apparentiam puncti G.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Apparentia cujuscumque lineæ objectivæ ad tabellam rectæ, transit per punctum visûs; seu per punctum principale.

Sit linea objectiva AB, recta ad tabellam AC, fitque oculus D, punctum principale E, dico apparentiam lineæ AB, transire per punctum E.



Demonstratio. (*Per definitionem 3. hujus*) linea DE, perpendicularis est ad tabellam AC, perpendicularis item est ad eamdem tabellam linea AB, ex suppositione, quare (*per* 6.11.) lineæ DE, AB sunt parallelæ atque (*per* 2. *hujus*) apparentia lineæ AB, transit per punctum E; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Vocentur hujusmodi apparentiæ radii, Galliè vocantur *lignes fuyantes*, quod intra tabellam immergi, & quasi fugere videantur.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Apparentia lineæ objectivæ horizontalis, cum lineâ terræ, aut aliâ ipsi parallelâ angulum semirectum comprehendentis, per punctum distantiæ transit.

Sit linea quæcumque FG objectiva, & in plano horizontali ducta, unde cogitanda est, post tabellam duci, quæ faciat cum linea terræ FH, angulum graduum 45, aut cum alia linea parallela lineæ terræ, hoc est angulus GFH sit semirectus, fitque K, punctum distantiæ in horizontali linea notatum, hoc est sint lineæ DE, EK æquales, dico apparentiam lineæ objectivæ FG, transite per punctum K & esse verbi gratia lineam FK.

Demonstratio. Ducatur linea FG, parallela DK; cum autem linea FG sit æquidistans horizonti, linea DK erit æquidistans horizonti: quare linea DK attinget tabellam, cum linea FG eam attingat, item attinget eam in communi sectione plani horizontalis per, oculum D ducti; igitur punctum K est punctum lineæ horizontalis EK. Cum ergo lineæ HF, KE, item lineæ DK, FG sint parallelæ, erunt (*per* 10.11.) anguli DKE, HFG æquales, sed angulus HFG, supponitur semirectus, igitur angulus DKE semirectus erit. Sed angulus DEK rectus est, (licèt id figura non satis offendat) eo quod linea DE supponatur ad tabellam AC recta; igitur angulus KDE semirectus est: quare (*per* 6.1. (latera DE, KE sunt æqualia, & (*per def.* 6. *hujus*) punctum K, est punctum distantiæ, sed (*per* 2. *hujus*) apparentia lineæ FG, transit per punctum K: igitur transit per punctum distantiæ, quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Diagonales omnes quadratorum objectivorum, in plano horizontali descriptorum, quorum unum latus parallelum est lineæ terræ, habent apparentias per puncta distantiæ transeuntes, diagonalis enim quadrati, angulum semirectum cum latere comprehendit, propter æqualitatem laterum. Supponitur autem latus parallelum lineæ terræ, quare per istam propositionem, eius apparentia transit per punctum distantiæ.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Lineæ objectivæ horizontales, inter se parallelæ, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias concurrentes in eodem puncto lineæ horizontalis.

Sint duæ lineæ objectivæ AB, IL, non æquidistantes tabellæ; sed parallelæ inter se; dico illarum apparentias concurrere in aliquo puncto lineæ horizontalis. Ex oculo D, uni earum nempè lineæ AB, ducatur parallela DE.

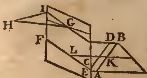
Demonstratio. Linea AB, ex suppositione est horizontalis, seu æquidistans horizonti, ergo linea DE erit etiam in plano horizontali, nempe in eo in quo est oculus, cum per oculum ducatur; cujus plani communis sectio cum tabellâ est linea horizontalis EK, igitur punctum E erit in linea horizontali; sed cum linea DE, sit parallela lineæ AB, & AB sit parallela lineæ IL; erunt lineæ IL, & DE parallelæ: igitur (*per* 2. *hujus*) apparentiæ linearum AB, IL, concurrent in puncto E, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Lineæ objectivæ non æquidistantes tabellæ & parallelæ inter se, ductæ in plano ad tabellam recto, habent apparentias concurrentes in aliquo puncto lineæ ductæ per punctum principale, & parallelæ communi sectioni plani, & tabellæ.

Sint duæ lineæ objectivæ in plano ad tabellam recto, nempè AB, CD, quæ sint inter se pa-



rallelæ; planum autem illud potest esse horizontale, verticale aut quodcumque aliud. Ponamus planum inclinatum ad horizontem cujus communis sectio cum tabella sit E F, non parallela lineæ horizontali, aut lineæ terræ.

Sit punctum principale G, oculus H, ex quo ducatur linea HI parallela lineis objectivis AB, CD, atque adeo (*per 2. hujus*) apparentiæ linearum AB, CD concurrent in puncto I. Ducatur linea I G; hanc assero esse parallelam lineæ E F, communi sectioni tabellæ & plani A B, ducatur ab oculo H ad punctum principale linea HG, quæ (*per def.3. hujus*) erit recta ad tabellam, ex puncto K lineæ AB, ducatur perpendicularis ad communem sectionem FE, sitque KL quæ (*per 3. def.11.*) recta erit ad tabellam, & (*per 6.11.*) parallela est lineæ HG.

Demonstratio. Lineæ HG, LK, item AK HI sunt parallelæ, ergo (*per 15.11.*) plana per ipsas ducta sunt parallela; quorum communes sectiones FE, IG (*per 16 11.*) erunt parallelæ, quod erat demonstrandum.

Hæc propositio est utilissima ad operandum in planis ad tabellam rectis, sed tamen inclinatis ad horizontem.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Circa omne planum objectivum ad tabellam rectum, eodem modo operandum est ac circa horizontale.

Sit planum A B inclinatum quidem ad horizontem; sed rectum ad tabellam: dico eodem modo in eo operandum esse, ac in plano horizontali. Quod enim pes respicientis insistat alicui plano, aut non insistat, si cætera eodem modo perseverent, hoc non immutat oculi ad tabellam, aut planum, respectum: igitur mutare non potest ullam apparentiam. Alia tamen linea quasi horizontalis ducenda est per punctum principale, quæ sit parallela communi sectioni tabellæ, & plani prædicti. Ut in allato superiùs exemplo linea I G vicem obibit horizontalis lineæ, & in ea notabuntur puncta distantiæ, & cætera quæ in praxibus docebimus.

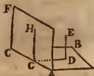
PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Lineæ objectivæ perpendiculariter insistentes plano objectivo ad tabellam recto, habebunt apparentias perpendiculares ad communem sectionem plani & tabellæ.

Sit planum objectivum AB ad tabellam rectum, & cujus cum tabella communis sectio AC, cui plano A B insistat perpendiculariter linea DE, dico eius apparentiam perpendicularem esse ad lineam AC.

Demonstratio. Linea DE, est parallela tabellæ; nam ex puncto D, ad communem sectionem AC ducatur perpendicularis DG; & cum plana sint ad invicem recta, (*per def.3.11.*) erit recta ad planum AF. Conveniat ergo DE si potest cum ta-

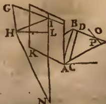


bella in puncto H, ducta HG, essent anguli HGD, EDG (*per 4. def.11.*) recti in triangulo HDG, quod est impossibile, igitur D E non concurrit cum tabella, sed illi parallela est; quare (*per 1. hujus*) habet apparentiam sibi parallelam, ergo (*per 8.11.*) illa erit ad planum AB recta, & (*per 3.def.11.*) perpendicularis ad communem sectionem AC; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Duæ lineæ objectivæ, non æquidistantes tabellæ, & parallelæ inter se, in plano ad tabellam inclinato ductæ; habent apparentias convenientes in aliquo puncto, communis sectionis tabellæ, & plani per oculum ducti, quod sit parallelum plano linearum.



Sint duæ lineæ AB, CD objectivæ, parallelæ inter se, non æquidistantes tabellæ, ductæ in plano AB inclinato ad tabellam, dico earum apparentiam

parentias convenire in puncto G, quod erit in communi sectione tabellæ, & plani G H I, per oculum H ducti & paralleli plano A B. Ducatur enim linea HG, per oculum, quæ sit parallela lineis ABCD. Sitque GI parallela, lineæ AK communi sectioni plani A B, & tabellæ, jungaturque linea H I.

Demonstratio. Cum lineæ AB,HG, sint parallelæ, item G I, A K, erunt plana per ipsas ducta parallela: quare planum trianguli G H I est parallelum plano A B, cujus communis sectio est G I, sed (*per 2. hujus*) apparentiæ linearum A B, CD concurrunt in punctum G; igitur apparentiæ linearum AB, CD concurrunt in puncto aliquo communis sectionis, plani per oculum H ducti, & paralleli plano A B: quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Punctum principale, non est in linea GI; sit enim si fieri potest punctum I; igitur linea H I erit recta ad tabellam (*per 3. def. hujus*) quare (*per* 18. 11.) planum H G I per illam ductum, rectum erit ad tabellam, & consequenter planum A B ipsi parallelum ad eandem tabellam rectum erit, contra suppositionem. Sit igitur punctum I, punctum principale, à quo ad GI ducatur perpendicularis L I.

COROLLARIUM II.

Si lineæ A B, C D, fuissent perpendiculares ad communem sectionem A K, earum apparentiæ concurrissent in puncto I. Nam cum linea H L sit recta ad tabellam (*per* 18.11.) planum trianguli H I L ad eandem rectum erit, ad cujus communem sectionem I L, cum excitata sit perpendicularis G I, (*per def.*3.11.) hæc erit recta ad planum trianguli LHI: quare (*per def.*4.11.) perpendicularis est ad lineam HI. Igitur angulus H I G rectus est; sed linea G I parallela est lineæ AK; unde non poterit alia duci, linea ab oculo H quæ sit parallela lineæ AB quàm HI: igitur apparentia linearum AB, CD transit per I.

COROLLARIUM III.

Angulus H I L est angulus inclinationis plani G H I, cum tabella (*per def.*6. 11.) ergo æqualis angulo inclinationis plani A B, cum eadem tabella, cum plana sint parallela.

Ex hac propositione in praxibus, quæremus apparentias linearum quomodocumque inclinatarum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Linea objectiva perpendiculariter insistens plano ad tabellam inclinato, habet apparentiam concurrentem, cum perpendiculari ducta à puncto principali ad communem tabellæ, & plani inclinati sectionem, & in punctum illius in quod cadit linea per oculum ducta, & perpendicularis ad planum parallelum.

Sit in superiori figura linea objectiva PO, perpendiculariter insistens plano A B ad tabellam inclinato; sitque communis sectio A K ad quam

ex puncto principali cadat perpendicularis L N, & per oculum H intelligatur duci planum H I G parallelum plano AB; sitque communis sectio illius cum tabella linea G I, factaque eadem constructione erit HI, perpendicularis ad GI. Ducatur per H linea H N perpendicularis ad H I, & conveniens cum linea HN in puncto N; dico lineam HN, esse rectam ad planum GHI & apparentiam lineæ PO transire per punctum N.

Demonstratio. Linea GI, in priori demonstratione ostensa est recta ad planum trianguli I H L, quod idem est cum plano IHN; ergo (*per* 18.11.) planum G H I, per ipsam ductum rectum est ad planum LHN. Ducta autem est linea H N perpendicularis ad communem sectionem H I, igitur (*per tertiam def.* 11.) recta est ad planum G H I, & consequenter ad planum ipsi parallelum AB, si produceretur. Quare (*per* 6. 11.) lineæ PO, HN, sunt parallelæ: igitur (*per* 2. *hujus*) apparentia lineæ PO, transit per punctum N; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex his patet modus operandi quotiescumque tabella est inclinata. Si enim supponatur, planum A B horizontale, & tabella inclinata, planum horizontale per oculum ductum non transit per punctum principale L. Sed erit planum G I H, utique parallelum horizontali AB. Omnes linearum verticalium nempe parallelarum lineæ P O, apparentiæ concurrent in puncto N, omnes lineæ horizontales ad lineam terræ AK perpendiculares, habebunt apparentias concurrentes in puncto I, parallelæ lineæ terræ habebunt apparentias eidem parallelas. Distantia oculi, erit HI, &c.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Ad divisionem apparentia linea qua pro objectivâ substituitur, eandem habeat habitudinem ad ipsam quam objectiva.

Non sufficit ad praxes hujus scientiæ perficiendas, linearum tantum apparentias ducere, sed sæpe requiritur, ex apparentia data, abscindere apparentiam certæ & determinatæ magnitudinis: cui usui maximè inservit tertia propositio. Linea autem dividenda, vel est apparentia lineæ æquidistantis

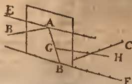
ſtantis tabellæ; vel apparentia lineæ, quæ non ſit æquidiſtans tabellæ. Si primum, aſſumenda eſt in tabella linea aliqua, quæ ſit objectiva, parallela lineæ dividendæ, & quæ in partes quaſcumque dividatur; ſi per eas diviſiones ducas apparentias linearum parallelarum diviſeris eam lineam in apparentias linearum æqualium.

Sit verbi gratiâ linea AB dividenda, quæ ſupponatur eſſe parallela lineæ terræ. Sed tamen ita



ut ſit in plano aliquo horizontali, cujus linea C D, eſt non tantum perſpectiva, ſed etiam objectiva. Hoc eſt A B linea poteſt eſſe apparentia multarum linearum horizontalium. Intelligatur ergo eſſe in plano horizontali, quod ſecat tabellam in CD, linea CD eſt imago ſuipſius nec poteſt aliam habere ſui imaginem: cum igitur C D ſit etiam linea objectiva, ea erit quaſi radicalis ſcala, ſeu menſura lineæ AB. Dividatur ergo CD, ut libuerit & per diviſiones ducantur lineæ ad punctum principale E; dico AB diviſam eſſe in apparentias linearum æqualium ſegmentis lineæ C D. Cum enim radii ſint apparentiæ linearum parallelarum inter ſe, ſpatia AI, IO, OB, erunt apparentiæ linearum æqualium lineis CF, FG, GD; alioquin dividenda eſſet A B, ſi intelligeretur eſſe in plano horizontali, cujus communis ſectio cum tabella eſſet HK, tunc enim radicalis ſcala, in qua diviſiones eſſent faciendæ, eſſet linea HK. Hoc ſi adhuc minus bene intelligatur, ſufficiat ſcire lineam qua utimur ad diviſionem alicujus apparentiæ, debere eſſe aliquam lineam communem objecto & tabellæ.

Sit pariter dividendus radius AG repræſentans



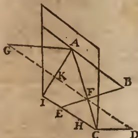
lineam objectivam B C, ſitque oculus in B. Ex natura rei dividenda eſſet linea objectiva B C incipiendo à puncto B, communi lineæ objectivæ, & ejus apparentiæ, & ex oculo ducendæ lineæ occultæ ad diviſiones lineæ BC. Si loco lineæ objectivæ B C, uti velis lineâ alia B F, & linea E A ipſi parallela, ut docet propoſitio tertia, linea BC poni debet in puncto B quod diximus eſſe communem lineæ objectivæ & ejus apparentiæ; ſi enim uti velles linea G H, attingente lineam dividendam in alio puncto quam B, non deberes transferre diviſiones eaſdem, quæ in lineâ BC inveniuntur, ſed alias minores. Intendo igitur in hac propoſitione indicare, radicalem lineam diviſionum debere eſſe lineam aliquam, aut quæ ipſa objectiva ſit, aut quæ attingat lineam dividendam in puncto communi lineæ dividendæ, & objectivæ.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Linea ducta ad punctum diſtantiæ, abſcindit in radio, apparentiam lineæ æqualis ſegmento lineæ terræ, intercepto inter ipſam & radium.

Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, ſitque radius CA apparentia lineæ CD, in ho-



rizontali plano cui inſiſtit tabella ductæ, & ad eam rectæ, (*per* 12. 1. *hujus*) ducaturque linea EB, ſecans radium CA, in puncto F; dico lineam CF eſſe apparentiam lineæ objectivæ, quæ realiter æqualis eſt lineæ CE, ſit enim CD æqualis ipſi CE, ſitque oculus in G, intelligaturque duci linea GD.

Demonſtratio. Linea GD, ex natura rei abſcindit ex C A apparentiam lineæ CD. Sunt autem lineæ GA, CD, parallelæ. Nam CD eſt ex ſuppoſitione ad tabellam recta, igitur (*per* 4. *def.* 11.) angulus DCA rectus eſt. Pariter linea CA, (*ex def.* 3. *hujus*) eſt ad tabellam recta, igitur angulus CAG rectus eſt; ſed AB, EC ſunt etiam parallelæ, & AB eſt æqualis lineæ G A, cum punctum B ſit punctum diſtantiæ, & E C eſt æqualis lineæ CD; ergo (*per* 3.1 *hujus*) linea FB per idem punctum tranſit, ac linea GD; ergo EC eſt apparentia lineæ CD quæ eſt æqualis lineæ EC; quod erat demonſtr.

Alio modo poſſet oſtendi (*per* 13. 1. *hujus*) linea E B eſt apparentia lineæ objectivæ comprehendentis angulum ſemirectum, unde angulus F E C eſt apparentia anguli ſemirecti, angulus FCE, eſt apparentia anguli recti; ergo EFC eſt apparentia anguli ſemirecti. Quare E C & F C licet realiter inæquales, ſunt apparentiæ linearum æqualium, ſed EC ſimul eſt linea objectiva, & perſpectiva, & ſupponit pro ſeipſâ, igitur F C eſt apparentia lineæ æqualis ipſi EC.

COROLLARIUM.

Ex hoc vides quod quotiea radius ſecandus eſt in apparentias linearum quarumcumque; transferuntur illæ in lineam terræ: ut ſi abſcindendæ eſſent ex radio apparentiæ linearum æqualium, ipſis C H, H E, E I, transferendæ ſunt illæ lineæ in lineam terræ incipiendo à puncto C ipſius radii & ducendæ lineæ ad punctum diſtantiæ B.

PROPO

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Divisiones unius radii, per lineas parallelas lineæ terræ in alios transferuntur.

Vide figuram præcedentem.

Sit divisus radius CA in F, ita ut linea CF sit apparentia lineæ æqualis ipsi EC; dico si ducatur linea F K parallela lineæ terræ, fore ut IK sit apparentia lineæ æqualis ipsi CE.

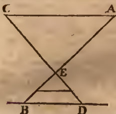
Demonstratio. Linea F K est apparentia lineæ quæ est parallela tabellæ & lineæ terræ IC, igitur quadrilaterum C I KF, est apparentia parallelogrammi rectanguli: igitur IK, FC sunt apparentiæ linearum æqualium. Pariter IC, KF, sunt apparentiæ linearum æqualium, & cum IC sit simul objectiva, & apparentia KF erit apparentia lineæ æqualis ipsi IC.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Linea ducta ad puncta distantia, si se intersecent angulum perspectivè rectum comprehendunt, & linea parallela lineæ terræ est diagonalis quadrati, cujus latera ad puncta distantia ducta sunt.

Sint duæ lineæ AB, DC, ductæ ad puncta di-



stantiæ A & C; quæ se intersecent in puncto E, dico angulum BED esse apparentiam anguli recti.

Demonstratio. Linea AB est repræsentatio lineæ quæ cum linea terræ comprehendit angulum semirectum, (*per* 13.1.*hujus*) igitur angulus EBD, est perspectivè semirectus, semirectus item angulus EDB. Igitur restat ut angulus BED sit perspectivè rectus. Ex quo sequitur lineam BD esse hypothenusam in triangulo rectangulo, cujus duo latera sunt æqualia, atque adeò si lineæ EB, ED sint latera quadrati BD, erit diagonalis.

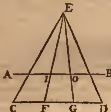
Sequitur item EB, ED esse apparentias linearum æqualium, minorum tamen quam sit BD.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Apparentia linearum horizontalium parallelarum lineæ terræ, & in eodem plano existentium, à radiis dividuntur in apparentias linearum æqualium.

Sit linea A B, apparentia lineæ horizontalis



æquidistantis lineæ terræ, & in eodem plano cum illa. Sitque punctum principale E, divisâ lineâ CD. Ducantur radii CE, FE, GE. Dico A I esse apparentiam lineæ æqualis, ipsi CF.

Demonstratio. Radii CE, FE sunt (*per* 12.*hujus*) apparentiæ linearum perpendicularium ad tabellam, & (*per* 6.11.*Eucl.*) parallelarum. Sunt item C F, A I, apparentiæ parallelarum (*per* 1 *hujus*) igitur quadrilaterum C I est apparentia rectanguli: sed (*per* 33. 1.*Eucl.*) in parallelogrammo duo latera opposita sunt æqualia; igitur AI est apparentia lineæ æqualis, ipsi CF. Quod erat demonstrandum.

Atque hæc fundamenta sufficiant; quare ad praxes veniamus.

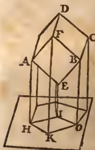
PERSPECTIVÆ LIBER SECUNDUS.

Ichnographia Projecta.



IC liber, ſicut & ſequentes totus practicus eſt, communeſque praxes ex præſuppoſitis propoſitionibus demonſtrat. Quia autem ut jam ſupra monui, eo ferè ordine procedit perſpectiva ſcientia, quo Architectonica,quæ à fundamentis incipit; primò omnem Ichnographiam Geometricam, in tabellâ perſpectivè delineare docebo, quæ methodus facillima videtur, licet in aliquibus caſibus aliquantò longior videatur. Totus igitur hic liber circa plana horizontalia occupabitur, præcipuè verò illud cui tabella inſiſtit, licèt etiam methodum operandi, in aliis planis ipſi parallelis, ſive infra, ſive ſupra punctum principale poſitis ſim indicaturus. Clariſſimum autem eſt,plana horizontalia infra punctum visûs poſita faciem ſuperiorem nobis exhibere, quæ verò ſupra punctum principale, & conſequenter ſupra oculum, oſtendere inferiorem faciem. Indicabo etiam omnes praxes plani horizontalis, planis verticalibus, immo & omnibus ad tabellam rectis applicari poſſe.

Vt verò praxes iſtæ adhuc univerſaliores reddantur, notandum eſt non tantum corpora, quæ verè & realiter eidem horizontali plano inſiſtunt, cui tabella incumbit, habentque in eo, aliquam ut ita dicam plantam; ſed ea etiam quæ ab eo longiùs diſtant, aut in aëre ſunt pendula, poſſe aliquam fictitiam habere plantam, ita ut cogitentur demitti à ſingulis eorum angulis aliquæ perpendiculares,uſque ad planum horizontale. Vt ſi ſint corpus ſolidum ABCD, poſſunt cogitari ex ſingulis angulis ABCDEF, demitti lineæ perpendiculares AH, EK, EI,BO, &c. quæ in plano ſubjecto figuram formabunt AHIO, quæ erit baſis corporis AC, in eo ſitu collocati.



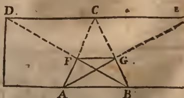
Si corporis Ichnographia paulò difficilior fuerit, & intricata, neceſſarium erit, eam priùs Geometricè deſcribere, cum omnibus ſuis dimenſionibus, prout ſunt in ſe, nulla habitâ ratione perſpectivæ. Deinde hæc planta, baſis, ſeu Ichnographia Geometrica, degradabitur, ſeu in tabellam projicietur. Ratio hujus rei eſt, quod id cujus imago requiritur mente tenendum eſt, ſi enim non probè cognitum ſit, impoſſibile eſt, ut ejus imago ſuccedat. Quando autem Ichnographia plurimas lineas, & variè intricata continet, difficile eſt, ut mente teneatur.

In facilioribus figuris opus non erit Ichnographiam Geometricam priùs delineare. Determinandus tamen eſt locus rei exhibendæ. Verbi gratia, non ſufficiet proponere deſcribendum quadratum in plano horizontali; ſed præterea, determinandus eſt locus ejus, an ad dexteram, an ad ſiniſtram, an magnum, an parvum, an multum diſtans à tabellâ, an parum; cum enim communiter objectum ſupponatur eſſe poſt tabellam, debet determinari an diſſitum, an propinquum ſit, ſeu utrum multùm intra profunditatem tabellæ ingrediatur. Determinatus item eſt locus ſpectatoris, quod ſufficienter præſtatur, notato tam puncto principali, quàm punctis diſtantiæ. Cætera autem uſus docebit.

SUPPOSITIO I.

Problema.

Quadratum directè oppoſitum deſcribere.



Sit quadratum cujus latus AB deſcribendum Ad punctum principale C ducantur radii AC, BC, item ad puncta diſtantiæ D & E, ducantur diagonales AE BD, ſecantes radios in punctis F,G. Ducatur linea FG, dico factum eſſe quod imperabatur.

Demonſtra

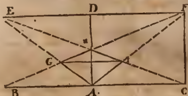
Demonstratio. (*Per 11.primi hujus*) linea BG est apparentia lineæ æqualis ipsi AB. AF, item est apparentia lineæ æqualis eidem AB; AC, BC, sunt apparentiæ linearum ad tabellam rectarum; ideoque anguli A & B, sunt apparentiæ angulorum rectorum, item linea FG, apparentia lineæ conjungentis parallelas, & æquales, est apparentia lineæ parallelæ, & æqualis ipsi AB.

Poterat una tantum diagonalis AE duci, & per punctum G, duci parallela lineæ AB.

PROPOSITIO II.

Problema.

Quadratum ex angulo visum describere.



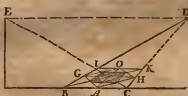
Quadrati describendi diagonalis transferatur in lineam terræ, hinc inde in AB, AC. Ex puncto A ducantur lineæ diagonales ad puncta distantiæ E & F, sinque AE, AF; item ex B ducatur ad punctum distantiæ oppositum linea BF, & ex C linea CE; dico figuram AGHI, esse apparentiam quadrati cujus diagonalis AC.

Demonstratio. Lineæ AE, CE, sunt repræsentationes linearum horizontalium, & parallelarum (*per 13.1. hujus*) idem dico de BF, AF; igitur quadrilaterum AGHI, est repræsentatio parallelogrammi, anguli autem in A, G, H, I, (*per 23.1. hujus*) sunt recti; igitur figura AGHI, est rectangula. Sunt item latera GH, HI æqualia, (*per eandem*) item AI, & AG.

PROPOSITIO III.

Problema.

Quadratum directè visum delineare, & dividere, & subdividere in alia quadrata inscripta visa ex angulo.



Hæc figura ex aliis componitur. Sit quadratum cujus latus BC, primò describendum, secundò dividendum. Latus BC, dividatur bifariam in A, tum ex B, A, C ducantur lineæ ad punctum principale D; & ex punctis B & C ducantur ad puncta distantiæ F & E, lineæ BF, CE secantes radios BD, CD in punctis I & K ducaturque recta IK: tum ex puncto A ducantur rectæ lineæ ad eadem puncta distantiæ E & F, quæ secabunt radios BD, CD in G & H ex quibus ductæ lineæ ad puncta A & O quadratum exangulo visum exhibebunt.

Demonstratio. Clarum est figuram BK, esse apparentiam quadrati per primam hujus, item (*per 13.1.hujus*) BK, CI esse diagonales, & (*per 1.hujus*) AGOH, esse quadratum visum ex angulo, & ita deinceps.

Si secundum quadratum intra primum describendum esset, eodem modo foret operandum circa lineam KI, quo operati sumus circa lineam BC.

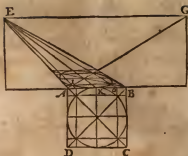
Notandum item est eandem esse operationem, sive punctum principale sit ad latera, sive sit directè quadrato oppositum; non mutantur enim praxes, neque etiam mutantur demonstrationes.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Circulum describere.

Ut circuli horizontaliter positi, habeas apparentiam; circa illum quadratum describe ABCD, quod



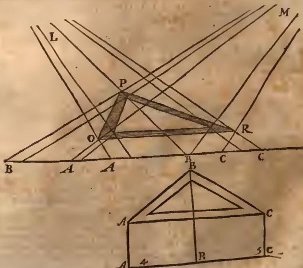
quod diagonalibus AC, BD divides, & ubi diagonales secant circulum, duces lineas lateribus parallelas. Hoc quadratum (*per precedentem*) cum suis divisionibus perspectivè describe, ducendo diagonales BG, AF, duc item radios I E, OE, KE, quæ diagonales secabunt in punctis per quæ circulus transit, conjunges hæc puncta lineâ curvâ.

Demonstratio satis per se patet, cum enim descriptio quadrati, cum sua divisione sit jam demonstrata, demonstrantur puncta intersectionum pertinere ad circulum; ducatur ergo circulus per lineam curvam connectentem puncta ad illum pertinentia; hæc erit eius apparentia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Triangulum distans à linea terræ in tabella perspectivè delineare.



Sit triangulum duplex ABC delineandum, tantum distans à linea terræ quantùm distat à linea 45. Ex singulis eius angulis demittantur perpendiculares ad lineam 4.5. nempè AA, BB, CC, deinde fit linea AA, æqualis lineæ AA, item BB, æqualis lineæ BB, & linea Cc, æqualis lineæ CC, transferantur divisiones lineæ 4. 5. in lineam terræ, sitque punctum L principale, & M punctum distantiæ, ducatur ex C, linea CL, ad punctum principale L, & ex alio C linea CM, ad punctum distantiæ M, intersectio R dabit apparentiam anguli C. Pariter ex A, ducatur linea AL, ad punctum principale L,

e L, & ex allo A linea A M ad punctum distantiæ M, & habebis in communi intersectione O, apparentiam anguli A, & ita de alio.

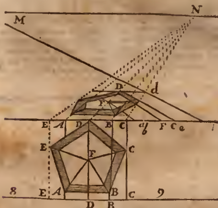
Si velis secundum triangulum, idem præstandum circa illud.

Demonstratio. Linea AL est apparentia lineæ perpendicularis ad tabellam, (*per 12.1.hujus*) qualis est linea AA, inferior quæ supponitur in plano horizontali perpendicularis ad lineam terræ, linea AO, (*per 23.1.hujus*) est apparentia lineæ AA, quæ æqualis est lineæ AA, igitur punctum O est apparentia anguli A, idem ostendam de reliquis angulis; igitur O, P, R, sunt apparentiæ angulorum ABC, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Pentageni apparentiam invenire.



Sit pentagonum ABCDE, tantùm distans à linea terræ, quantum distat à linea 8-9. Demittantur sicut priùs ex singulis ejus angulis perpendiculares in lineam 8 9, cujus divisiones transferantur in lineam terræ. Ducantur radii AN, EN; DN, BN, CN, ad punctum principale N; dividaturque unicus radius CN, pro omnibus, hoc modo, linea C a, aut C b, æqualis sit lineæ As inferiori, linea C f, æqualis sit lineæ C F inferiori, linea C c, aut C e, sit æqualis lineæ E e, sur C c, denique linea c d æqualis sit lineæ DD. Ducantur ex punctis, a, f, c, d, lineæ ad punctum distantiæ M, linea dd, dat altitudinem anguli D, quare linea parallela d D dat punctum D, in proprio radio, atque ita de reliquis.

Demonstratio. Linea C d est apparentia lineæ C d, seu DD, cui æqualis est; sed ducta parallela d D, linea D D superior est apparentia lineæ æqualis, igitur punctum D, superius est apparentia anguli D. Ita ostendam in linea CD, haberi altitudines singulorum angulorum, sicut & centri F, unde ductis parallelis usque ad proprios radios habentur eorum apparentiæ.

Si velimus aliud pentagonum interius. Ex singulis angulis inveotis ad centrum ducantur lineæ, tum si quod sit latus parallelum lineæ terræ, latus interioris figuræ illi parallelum erit; si verò non fuerit parallelum, latus interioris figuræ conveniet cum illo in linea horizontali. Diximus enim (*in 14.1.hujus*) lineas objectivas horizontales inter se parallelas, & non parallelas tabellæ, convenire in eodem puncto lineæ horizontalis.

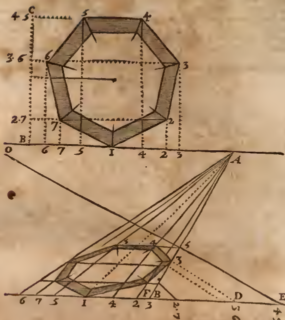
Eodem modo quo pentagonum descripsimus, licebit nobis cætera omnia polygona delineare.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Eptagonum delineare.

Descripto Geometricè duplici eptagono, 1 2 4 5 6, ex singulis ejus angulis ad lineam subjectam, quæ vicem habet lineæ terræ, demittantur perpendiculares adjectis singulorum angulorum characteribus. Ad latus excitetur perpendicularis BC, in qua notentur singulorum angulorum distantiæ à linea terræ, ductis nempè perpendicularibus 55, 66, 77, intelligendo nimirum quod punctum 5 pertineat ad angulos 4, & 5. 6. ad 6. & 5. & 7 ad 2 & 7. item ex centro ducantur perpendiculares. Et hoc totum sit peractum in figura Geometrica.



Jam verò ut perſpectivè opereris. Sit linea terræ quæcumque, linea horizontalis AO, punctum principale A, punctum diſtantiæ O. Transfer in quamcumque partem lineæ terræ omnes diviſiones, quæ in linea terræ Geometricæ figuræ factæ ſunt à perpendicularibus demiſſis, ſintque 6,7,5, 1, 4, 2, 3, à quibus ad punctum principale A due radios 6A, 7A, & reliquos. Divide autem tantum radium quemcumque 3 A. A puncto 3. lineæ terræ transfer diviſiones lineæ BC Geometricæ, nempè B7, B6, B5. Ex puncto E, duc diagonalem EO ad punctum diſtantiæ O, hæc in radio 3 A, dat puncta 4 & 5, unde ſi ducas parallelam lineæ terræ uſque ad radios 2A, 7A, habebis apparentiam angulorum 4, & 7. diagonalis FO dat in eodem radio 3 A, punctum ejuſdem profunditatis cum centro, unde ducta parallela uſque ad radium I A, exhibet apparentiam centri, & ita de cæteris. Ex ſingulis angulis inventis duc lineas ad centrum perſpectivè inventum, ut interius polygonum habeas, ſi quod latus polygoni eſt parallelum lineæ terræ, ut in hoc exemplo latus ſupremum, latus interioris illi erit parallelum, reliqua verò latera interioris convenient cum lateribus exterioris in eodem puncto lineæ horizontalis.

Demonſtr. Certum eſt apparentias perpendicularium 66.77. & aliarum eſſe radios (*per* 22.1. *hujus*) atque adeo anguli verbi gratia 2. apparentiam inveniri in radio 2 A: in radio 3A (*per* 23.1. *hujus*) linea Ba eſt apparentia lineæ BC, BC autem in Geometrica figura æqualis eſt perpendiculari 2a. igitur in radio 3A verè punctum a. eſt profunditas anguli 2. Quare cum ducta perpendiculari abſcindantur in omnibus radiis, apparentiæ linearum æqualium; linea parallela ſecabit radium 2A, in apparentia anguli 2, & ita oſtendam hac praxi haberi apparentias reliquorum angulorum.

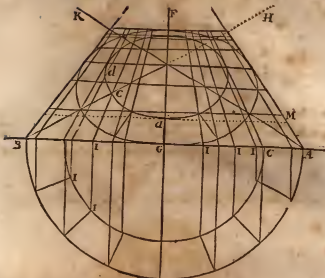
PROPOSITIO VIII.

Problema.

Duplicem circulum concentricum deſcribere.

Ex eodem puncto G lineæ horizontalis deſcribantur duo ſemicirculi concentrici, qui dividantur ſinguli in 8 partes æqoales. Tum ex ſingulis diviſionibus ad lineam terræ cadant perpendiculares, & ex ſingulis punctis in quæ cadunt perpendiculares, ducantur radii ad punctum principale F. Ducantur item diagonales AK, BH ad puncta diſtantiæ, lineæ iſtæ diagonales ſecabunt radios in punctis ad circulos pertinentibus.

Demonſtr.

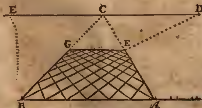


Demonstratio. Certum est C M esse apparentiam quadrati, ut ex (23. 1. *hujus*) facilè patet; igitur M A est apparentia lineæ æqualis ipsi C A, sed linea aG æqualis est apparentia lineæ æqualis: ergo est apparentia differentiæ semidiametrorum, igitur punctum à pertinet ad circulum interiorem. Eâdem methodo ostendam e, d, pertinere ad interiorem circulum. Similiter indicabo quæ puncta ad exteriorem pertineant.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Pavimentum quadratorum obliquè positorum.



Dividatur linea terræ A B in partes æquales, & ex singulis divisionibus ducantur diagonales ad puncta distantiæ, & habebis pavimentum quadratorum obliquè positorum. Si velis quadratum pavimentum; ex punctis A & B ducantur radii ad punctum principale C, ubi enim radii isti diagonales attingent, finietur quadratum. Si velis ulteriùs producere pavimentum, id poteris in infinitum.

Demonstr. (*Per 25. 1. hujus*) lineæ ductæ ad puncta distantiæ sunt apparentiæ linearum objectivarum quæ cum linea terræ angulum semirectum efficiunt, sed quadrata geometrica opposita per angulum talia sunt ut eorum latera angulum semirectum efficiant, igitur diagonales ductæ sunt apparentiæ laterum quadratorum obliquè positorum.

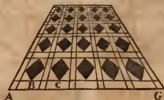


Non diſſimili ratione circa quadrata addemus limbum, ut figurâ ſatis per ſe oſtendit, ſi enim in linea terræ notemus in littera C longitudinem diagonalis quadrati, & in littera D latitudinem limbi, ductis ut priùs diagonalibus ad puncta diſtantiæ, totum opus abſolvemus.

PROPOSITIO X.

Problema.

Pavimentum ex quadratis directè poſitis cum limbo & aliis quadratis obliquè collocatis.



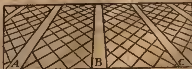
Linea terræ A G ita dividatur, ut alternatim, inveniatur latus quadrati & latitudo limbi, ductis deinde diagonalibus ad puncta diſtantiæ & radiis, ad punctum principale, abſolvetur totum pavimentum: Nam diagonales, dabunt in radiis puncta per quæ ducendæ erunt parallelæ lineæ terræ. Si adhuc velis quadrata obliqua directis inſcribere, divide bifariam latera quadratorum directorum in B, C, &c. & ex ſingulis punctis ducantur hinc inde diagonales ad puncta diſtantiæ, & abſolutum erit opus.

Demonſtratio ſatis patet, ex ſuperioribus.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Pavimentum quadratis obliquè viſis conſtans, limbo quadratorum directorum interruptum deſcribere.



Hujus propoſitionis praxis eadem eſt, ac (*in propoſitione 9.*) niſi quod, in A, B, C, ducuntur radii ad punctum principale quibus interrumpitur ſeries quadratorum obliquorum, aliæ combinationes fieri poſſunt, quæ peculiarem non habent difficultatem.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Pavimentum exagonis conſtans.

Sit pavimentum exagonis conſtans delineandum, ſitque punctum viſus A, diſtantia oculi à tabella

tabella sit AH, sintque lineæ AE, AH, AB æquales, describatur in puncto H, exagonum geometricum, productisque lateribus HK, HI, donec concurrant in C & D, cum linea horizontali, erunt puncta D & C, ea in quibus convenient apparentiæ, laterum omnium parallelorum lateribus HK, HI; ductâ perpendiculari KL, si transferatur linea HL in LM, MN, NO, OG, & ducas radios occultos ad punctum A, habebis omnes lineas parallelas lineæ KP. Quare ductis ad puncta C & D lineis, habebis omnia latera inferioris primi ordinis. Ex puncto V, radii cujuscomque qA, duc ex puncto distantiæ B, lineam BVR, abscinde lineam RS, æqualem lateri HI, linea occulta SB dabit in radio qA, punctum T, eritque VT apparentia lineæ æqualis lateri KH, quare ductâ parallelâ TX, habebis alia latera.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Pavimentum quadratis directè positis constans.

Hæc propositio licèt facillima, est fundamentalis, ut infra patebit. Sit igitur pavimentum delineandum, quod totum constet quadratis directè positis; linea terræ dividatur in partes æquales lateri quadratorum: ducantur radii ad punctum principale, & diagonales ad puncta distantiæ, intersectiones radiorum, & diagonalium, dant puncta per quæ ducendæ sunt lineæ parallelæ. Si acceidat in extremitatibus deesse radios, continuanda est eadem divisio, in lineis parallelis. Hoc pavimentum in infinitum continuari potest.

Demonstratio. Tota petitur ex (12. & 13. *primi hujus*,) in iis enim ostendimus lineas ductas ad puncta distantiæ, esse diagonales quadratorum, & consequenter benè determinare in radiis, latera quadratorum.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Pavimentum octogonis, & quadratis constans.

Per præcedentem fiat pavimentum, qood quadratis directè visis constet. Et ex novem quibuslibet quinque integra relinquantur; & quatuor diagonalibus, ad puncta distantiæ ductis dividantur, & absolutum erit opus, ut figura satis demonstrat.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Hortum in areolas dividere.

Ut ostendam quam latè pateat usus 13. propositionis, sit perspectivè dividendus hortus in areolas, primò quidem in chartâ separatâ describatur Geometricè hortus, in suas areolas distributus, tum dividatur in quadratula æqualia.

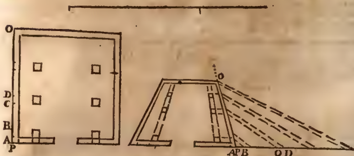
Exinde fiat perspectivè pavimentum in quadrata directa divisum; sintque totidem numero, quot inveniuntur in horto, singulis areolis totidem assignata quadrata, quot illis convenire vides in figura Geometrica, & absolutum erit opus.

Hâc methodo quantumlibet irregulares ichnographias in tabella perspectivè describes, immò nonnulli artifices, hanc solam methodum adhibent, ut omnia perficiant, saltem in præsentia hoc habemus, quod ope quadratorum, quascumque figuras quantumlibet irregulares, in plano horizontali descriptas, facilè delineabimus, modò earum Geometricam habeamus descriptionem.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Geometricam templi ichnographiam in perspectivam transmutare.



Habeatur Geometrica templi, aut cujuscumque alterius ædificii descriptio; ab ejus præcipuis partibus, aut angulis ad lineam terræ ducantur perpendiculares, quæ illam divident, ex singulis divisionibus lineæ terræ, vel in lineam terræ translatis, ducantur radii ad punctum principale, in his radiis certum est inveniri apparentias illorum punctorum, à quibus ductæ sunt illæ perpendiculares. Nam radii sunt apparentiæ perpendicularium (*per* 12. 1. *hujus*) ergo apparentia puncti, in perpendiculari existentis inveniri debet in radio.

Secundò in figura Geometricâ ad latus ejus, ducatur linea P O, parallela perpendicularibus ad lineam terræ ductis, ad quam lineam P O pariter ducantur perpendiculares, ex singulis angulis præcipuis ædificii describendi, dividetur linea PO, à perpendicularibus in punctis A, B, C, D, &c. Suscipiatur dividendus unicus radius verbi gratia PO, & in lineam terræ continuatam transferantur divisiones lineæ O P, poterant facilius transferri in alteram partem, sed perinde est, ex punctis A, B, C, D, e, &c. lineæ terræ ducantur diagonales ad punctum distantiæ oppositum, hæ divident, radium PO, in punctis quæsitis ex quibus ductæ parallelæ, radios dividant ut par est, id figura melius explicabit quàm verba.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Ichnographiam quamcumque irregularem Geometricam perspectivè delineare.

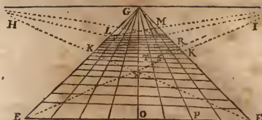
Sit Ichnographia Geometrica utcumque irregularis, perspectivè describenda, à singulis ejus angulis in lineam terræ ducantur perpendiculares, & à punctis in linea terræ sic notatis ad punctum principale ducantur radii, tum ad lineam aliquam item perpendicularem, ducantur perpendiculares, à singulis angulis, quæ transferantur in lineam terræ, à quibus ad punctum distantiæ ducentur lineæ rectæ, quæ in radiis prius notatis exhibebunt puncta quæsita, quæ praxis coincidit cum superiori.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Cujuscumque puncti horizontalis apparentiam in tabella invenire.

Quamvis ex superioribus possit facilè hoc problema solvi, quia tamen non omnes ea quæ in propositionibus virtualiter tantum continentur, ita facilè eruere possunt, ideo hanc etiam praxim quam



quam nonnulli universalem vocant, placuit attexere. Jam notavi supra, lineam terræ, esse radicalem scalam, & omnium dimensionum, præferre mensuras, unde communiter in partes æquales solet dividi; quarum qualibet unius pedis, aut unius exapedæ vices obit: dixi vices obire, quia in majoribus tabellis in quibus, hominis imago in ipsâ lineâ terræ existentis justam hominis magnitudinem obtinet, ut plurimum si linea terræ in pedes dividatur, quodlibet intervallum pedale, pro seipso supponet. At verò in minoribus tabellis in quibus hominis imago, etiam prope lineam terræ moltò minor est verâ hominis staturâ, dividitur linea terræ in minora intervalla quorum quodlibet pro pede supponit, quâ positâ explicatione; punctum illud cujus apparentia quæritur, vel est in ipso radio principali, seu perpendiculari ad lineam terræ; vel ad lævam, aut sinistram illius, quantum libuerit, id est tot & determinatis pedibus. Secundò potest idem punctum cujus apparentia quæritur, multùm aut parùm immergi intra profunditatem tabellæ; hoe est multùm, aut parùm distare à linea terræ, neque enim aliam potest habere diversitatem. Posset quidem addi aliquid aliud, nempe an sit elevatum supra horizontem, sed hæc ultima consideratio non est hujus libri: supponimus enim illud punctum esse in plano horizontali, cui tabella insistit. Sit igitur punctum cujus apparentia quæritur, in linea perpendiculari objectiva, quæ cadit in puncto O, lineæ terræ, atque adeò cujus apparentia est radius principalis OG. Certum est igitur punctum quæsitum esse in radio principali OG: supponatur esse dissitum à linea terræ quatuor pedibus, numerentur à puncto O, in linea terræ 4 pedes, nempè linea OE, sit quatuor pedum, ex puncto E ad punctum distantiæ I, ducantur linea E I, secans radium OG, in puncto N, dico punctum N esse 4 pedum, seu lineam ON esse 4 pedum.

Demonstr. (*Per* 12.1.*hujus*) lineæ OE, ON perspectivè sunt æquales: ergo ON est 4 pedum.

Multi alii casus sunt possibiles in quibus nihil est difficultatis. Tota igitur difficultas potest esse quando numerus pedum inveniri non potest in linea terræ. Sit verbi gratia quærenda apparentia puncti quod sit ad dexteram radii principalis pedibus quatuor, & sit intra profunditatem tabellæ dissitum pedibus 10. Primò quidem numera ad dexteram radii principalis OG pedes 4. & pervenies in E, ducatur radius EG, certum est in radio EG, inveniri apparentiam puncti propositi: numera in linea terræ incipiendo à puncto E, pedes 10 & quia produci non potest linea terræ, inveniuntur tantum octo. Quæratur à primo apparentia puncti, 8 pedibus distantis à linea terræ, ducendo diagonalem FH, secantem radium EG, in puncto K, jam habemus punctum K, distare octo pedibus à linea terræ: ducatur parallela K K, restant duo pedes in linea KK, abscinde duos pedes hoc modo, linea E P sit duorum pedum, due radium PG, secantem lineam K K in puncto S, erit KS apparentia duorum pedum. Ducatur diagonalis SI, secans radium EG in puncto R, dico punctum R, esse apparentiam puncti ad dexteram radii principalis 4 pedibus distantis, & distantis à linea terræ pedibus 10. si velles pedes 16. sumenda iterum esset K K pedum 8. ductâ lineâ diagonali HH, punctum L distabit à linea terræ pedibus 16.

Demonstr. (*Per* 12.1.*hujus*) lineæ BE, EK sunt æquales, item lineæ radii omnes sunt apparentiæ linearum inter se parallelarum; igitur linea RE, est apparentia lineæ 10 pedum; & EL apparentia lineæ pedum 16. & EM 24 pedum.

Non dissimili ratione operari potes circa quemcumque radium, observando nempe quod non tantum divisiones lineæ terræ sumi possunt pro pedibus; sed etiam divisiones quarumcumque parallelarum.

Notandum item quod si in linea terræ ad dexteram aut sinistram radii principalis, inveniri non possit radius qui quæritur, eò quòd deficiat tabella, illum sumi posse in aliâ quâcumque parallela superiori: ut si quærenda esset apparentia puncti distantis ad dexteram, à radio principali pedibus 7. quia non inveniuntur in linea terræ incipiendo à puncto O Quære in quacumque parallela 7 pedes, ad dexteram radii principalis, verbi gratia, punctum T, ducatur radius TG, in eo erit apparentia puncti propositi: ponatur illud esse in profunditate pedum 11. Quia EF est octo pedum, & essent adhuc tres pedes, si radius TG, produceretur usque ad lineam terræ, ductâ linea diagonalis EH, dabit in radio TG, apparentiam quæsitam.

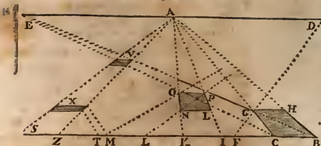
Notandum hanc praxin esse eandem cum ea, qua usi sumus, in superioribus omnibus exemplis.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Quadratum perspectivè, sine ulla Geometrica descriptione describere.

Sit quadrati apparentia quærenda, vel in ipso radio principali, vel in quacumque distantia, & cum



cum quâcumque profunditate, proponatur latus quadrati æquale lineæ KI, constituatur linea KI, vel ad lævam vel ad dextram, prout voluerimus apparentiam quadrati constituere, & ex punctis K & I ad punctum principale A, ducantur radii KA, IA, sitque linea LK æqualis profunditati, seu distantiæ illius quadrati à linea terræ. Sit item linea LM, æqualis lateri quadrati KI, ducantur diagonales MD, LD, ad punctum distantiæ D, secantes radium KA, à quo scilicèt incepit distantia KL; in punctis N & O, pèr quæ ducantur parallelæ OP, NL; dico figuram NOPL, esse apparentiam quadrati, collocati in distantia à linea terræ, quæ sit æqualis lineæ LK.

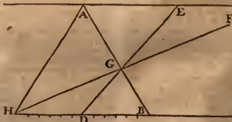
Demonstrat. Primò ostendo figuram NP, esse apparentiam quadrati; nam primò radii omnes, repræsentant lineas perpendiculares ad lineam terræ, & ad omnes parallelas; ergo anguli sunt recti. Secundò cum (*per* 22.1.*hujus*) lineæ OK, KM, sint perspectivè æquales, item NK, KL, iis ablatis restant ON, ML, aut KI, seu NL æquales, & ita de reliquis, distantia etiam seu profunditas est æqualis lineæ LK.

Si vellem illud quadratum distare ad lævam, factâ linea SZ, æquali ipsi KI, ductisque radiis SA, ZA; si velimus profunditatem æqualem lineæ CT, sit pariter CB, æqualis lineæ KI, ducantur diagonales CE, BE, habebiturque quadratum V, cætera ex prioribus satis intelligentur.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Eadem profunditas exhibetur si sex pedes, spectentur ex distantia quatuor pedum, ac si duodecim pedes videantur ex distantia octo pedum.



Hæc propositio utilissima est, quoties puncta distantiæ inveniri non possunt in tabellâ, cogimur enim uti aliis distantiis quam veris, idem tamen consequimur, unde hac propositione totum negotium absolvemus. Quærenda sit in radio AB, profunditas pedum 12, sitque distantia oculi à tabella æqualis lineæ AF, tabella tamen non sit, ita magna, ut possit excipere punctum F, quamvis possemus uti alio remedio, nempe tabellam parieti affigere, & producendo lineam AE, quærere in ea punctum F, ponamus tamen id commodè fieri non posse. Punctum autem quod quæritur est apparentia puncti profundi in radio BA pedibus duodecim; quæ apparentia haberetur, si numerando in BH pedes 12. ex H ad punctum distantiæ F, duceretur diagonalis HF. Sumatur dimidia pars distantiæ AF, quæ sit AE, dimidia item pars BH, quæ sit BD sex pedum, ducaturque linea DE, dico lineam DE, dare eandem profunditatem BC, hoc est lineam DE, transire per punctum G.

Demonstratio. Cum lineæ AF, HB sint parallelæ, erunt (*per* 8. 1. *Eucl.*) anguli alterni FAB, ABH; item AFH, FHB æquales; quare æquiangula sunt triangula AGF, BHG. Igitur (*per* 4.6.) ita erit AF ad HB, ut AG ad GB: ut autem AF ad BH, ita AE dimidia lineæ AF, ad BD pariter dimidiam lineæ BH, igitur ut AE ad BD, ita AG ad GB. Sed pariter æquiangula sunt triangula AGE, DGB, ideoque ducta linea DE, per eandem divisionem G transire debet, alioquin non esset ut

AE,

AE ad BD, ita AG ad GB, sed alia segmenta quæ fierent eam haberent rationem, quare idem præstatur, seu idem punctum GC habetur, utendo tam dimidia lines distantiæ, quàm dimidiâ lineâ BC.

COROLLARIUM.

Idem etiam fieret si quarta pars lineæ AF adhiberetur pro distantia, & quarta tantum pars lineæ BC.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Dimidius radius est apparentia lineæ æqualis distantiæ oculi à tabellâ.

Sit radius quilibet AB. linea horizontalis AC, punctum distantiæ C, sitque dimidius radius DB, incipiendo à linea terræ; dico lineam BD, esse apparentiam lineæ objectivæ, quæ sit æqualis lineæ distantiæ AC, ducatur enim diagonalis CDE, at tingens lineam terræ in puncto E.

Demonstr. Cum lineæ AC, EB sint parallelæ, erunt anguli alterni CAB, ABE; item ACE, CEB æquales, unde æquiangula sunt triangula ACD, DEB, quare (*per 4 6. Eucl.*) erit AC ad EB, ut AD ad DB. Sed AD est æqualis ipsi DB, ex suppositione; ergo AC erit æqualis lineæ EB. Sed (*per 12.1. huius*) DB est apparentia lineæ quæ sit æqualis ipsi EB; ergo etiam quæ sit æqualis distantiæ AC, quod erat demonstrandum.

Adde ulterius si BF fuerit æqualis duabus tertiis lineæ AB. FD erit apparentia alterius lineæ æqualis ipsi AC.

Demonstr. Intellectâ enim lineâ CF, fient partite triangula æquiangula, eritque ut AF ad FB, ita AC ad lineam quam FB repræsentat; sed AF, est dimidia lineæ FB; ergo AC erit media tantum pars illius quam linea FB repræsentat, sed DB repræsentat lineam æqualem ipsi AC; ergo FD, repræsentat lineam æqualem lineæ AC.

Si EB contineat tres quadrantes lineæ AB, linea EB erit apparentia lineæ, quæ erit tripla ipsius AC, & consequenter auferendo FB, quæ duplam repræsentat; EF lineam æqualem ipsi AC perspectivè exhibebit. Si AE esset quinta pars, EB esset apparentia lineæ quadruplæ distantiæ AC.

Si HB fuerit quadrans lineæ AB, lineæ quam BH repræsentat, erit quarta pars lineæ AC. Si HB fuerit tertia pars lineæ AB, atque adeo AH fuerit dupla lineæ HB, pariter AC dupla erit lineæ repræsentatæ per HB & ita de cæteris partibus.

Ex hoc methodum habebis delineandi quidlibet sine ulla linea distantiæ, nam ducta parallela DI, clarum est segmentum KI, repræsentare lineam æqualem illi quam repræsentat BD.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Diagonales ducere sine punctis distantiæ.

Quia ut diximus suprà sæpè accidit puncta distantiæ inveniri extra tabellam, atque adeo inutilia esse perficiendis operationibus; ita ducentur sine illis diagonales. Sit igitur punctum principale A, duo radii extremi AB, AC, radius principalis, AD propositum, sit ducere diagonalem BF, etiamsi non habeatur punctum F. Primò quidem necessarium est scire distantiam AF, quæ ponatur esse 6 pedum & BD trium, tota igitur BE erit novem pedum. Sit AD quinque pedum, sumatur BG, dimidia ipsius BE ductaque perpendiculari GH sit æqualis dimidiæ AD, aut FE; dico lineam BH tendere ad punctum F.

Demonstratio. Cùm enim lineæ HG, & FE sint parallelæ, utpote perpendiculares, erit (*per 3. 6. Eucl.*) ut BG ad GH; ita BE ad EF, sed BG est dimidia pars lineæ BE, ergo GH est dimidia pars lineæ FE; igitur linea BH producta per punctum E transit, alioqnin non observaretur ratio proposita.

Notandum tam facilè fuisse sumere quartam, aut tertiam partem lineæ BE, modò fiat ut BE ad EF; ita BG ad GH. Si secunda ducenda esset ex puncto I, deberet fieri ut IK ad KF, ita dimidia IH nempe IL ad LO. Cognoscitur autem tota IK, quia SK semper æqualis est distantiæ, nempe lineæ AF, cui addenda est linea SI quæ in tabellâ habetur. Cognoscitur item FK, quæ est æqualis lineæ AS, quæ item habetur in tabella.

PROPOSITIO XXIII.

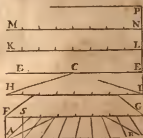
Theorema.

Praxes omnes supra traditæ, valent in omni plano horizontali.

Ut hunc librum reddam universaliorem, trimitti in hac propositione doceo, praxes omnes suprà traditas, non tantùm in horizontali plano cui tabella insistit, & cujus communis sectio cum tabellâ, est linea terræ: sed etiam in omni alio plano horizontali,

horizontali, cujus consequenter communis sectio cum tabellâ erit linea parallela lineæ terræ. Possunt autem infinita plana horizontalia cogitari, quorum unum per oculum transit, & habet ut diximus, communem sectionem cum tabellâ lineam horizontalem.

In hoc quidem horizontali plano locum non habent praxes superiores, immò nullæ locum habere possunt, eò quòd ita directè oculo opponatur, ut appareat per modum lineæ. Unde neque exhibet superficiem superiorem, neque inferiorem, quod etiam dicendum est de plano verticali primario, quod pariter per modum lineæ apparet: item de omni alio plano per oculum transeunte. Reliqua plana horizontalia, aut sunt inferiora oculo, aut superiora. Prima superficiem superiorem oculo obvertunt, alia inferiorem, in iis tamen eædem omninò praxes observantur, suamque habent lineam terræ suas diagonales, dividique similiter possunt, & reliquæ praxes iis conveniunt. Sit igitur punctum principale C punctâ distantiæ E & E, potest dari planum horizontale, cujus communis sectio cum tabella seu ejus linea terræ sit AB, in eo diagonales erunt AE.BE, possuntque cæteræ praxes absolvi. Eodem prorsus modo ac si nullum aliud planum horizontale illi immineret.



Potest item aliud planum describi, cujus communis sectio cum tabellâ erit linea F G, & quæ respectu illius erit linea terræ. Est autem differentia inter lineam F G in hoc secundo horizontali plano existentem & lineam F G, in plano horizontali ACB positam. Nam si linea F G sumatur in plano inferiori, dividetur in partes minores à radiis, à singulis divisionibus lineæ AB ad punctum C ductis: quia nempe tunc est apparentia lineæ intra profunditatem tabellæ collocatæ. At verò si eadem F G sit linea terræ in plano superiori FCG habebit easdem divisiones, quas habet linea AB; tunc enim est in eodem plano verticali in quo est linea AB, dividique deberet per lineas perpendiculares qualis est linea S. Absolvuntur igitur omnes praxes in eo, sicut diximus. Ratio est quia si abscinderetur ex tabellâ, totum rectangulum F B, linea F G fieret linea terræ; quòd verò relinquatur, aut auferatur nihil facit. Idem dicendum est de planis HCI, idem de planis superioribus, eandem enim oculus ad ea plana habitudinem habet, ac ad plana infra oculum posita, & omnes demonstrationes æqualiter illis quadrant ut applicanti patebit. Quod monere volui, quia sæpe accidit ut hoc modo sibi imposita inveniamus plana, sive omnino perfecta, sive ex parte tantum apparentia; ut dum delineantur gradus, quilibet gradus planum horizontale denotat, in quo similiter operandum est, etiamsi plani illius aliquâ tantum parte indigeamus.

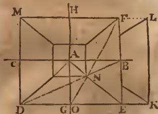
Hæc notatio videtur jam ad sequentem librum pertinere, nam illorum planorum horizontalium vera distantia est quælibet linea verticalis, eorum communes cum tabellâ sectiones attingens. Ut distantia plani horizontalis A C B à plano horizontali FCG, est linea AF, aut S. Quare si quærenda esset apparentia puncti elevati supra horizontem A B, quotcumque pedibus, verbi gratia quanta est linea AF, in plano horizontali F C G, quærenda esset ejus apparentia, praxibus communibus. Sæpe tamen opus non est, totum planum horizontale F C G absolvere, sed tantùm aliqua ejus pars est necessaria, verbi gratia unica linea aut ad punctum principale C, aut ad puncta distantiæ, aut ad punctum quodcumque horizontalis lineæ docta. Unde videtur tota perspectiva hoc libro, & hâc notatione contineri. Cum enim punctum quodcumque vel sit in horizontali plano, cui insistit tabella, vel sit in sublimi. Si primum, per praxes superiores ejus apparentia dabitur. Si verò sit in sublimi, erit in alio plano horizontali, quod facilè duci poterit, & in eo, puncti cujus est quæstio apparentia inveniri. Sed sæpè eo, ista methodus est longior: unde aliæ praxes, quæ postea tradentur, non erunt inutiles.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Omnes praxes supra traditæ pro planis horizontalibus, vim suam obtinent in planis verticalibus ad tabellam rectis, excepto primario.

Hæc propositio hunc librum adhoc universaliorem reddit: sit ergo punctum principale A,

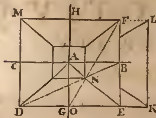


linea horizontalis B C, puncta distantiæ B & C quibus respectu plani horizontalis D A E usi sumus ad praxes quascumque perficiendas; assero non tantum in plano horizontali F A M, iisdem punctis utendum esse & easdem praxes adhibendas; sed etiam in planis verticalibus FAE, DAM, item, in plano verticali L A K, modò ista omnia plana intelligantur ad tabellam recta, excepto tantum primario verticali per oculum transeunte, cujus apparentia erit linea recta, H G.

Ratio est, quia oculus eandem habitudinem habet ad planum verticale E A F, quam habet ad planum horizontale DAE; quod enim pedes insistant plano horizontali, & non insistant plano verticali, hoc nihil facit ad visionem. Quare si

loco

loco lineæ horizontalis B C, quæ est parallela lineæ terræ D E, ducatur linea primaria verti-



calis, per punctum principale A, quæ sit HG, & consequenter quæ sit parallela lineæ verticali E F, & in ea notentur puncta distantiæ G, & H, eodem modo operari poteris in verticali plano E A F, utendo punctis distantiæ G & H. Sit enim dividenda linea A E, prout pertinet ad planum horizontale DAE, ducatur ex puncto D, diagonalis DB, ad punctum distantiæ B, quæ secet radium AE in puncto N, eritque NE, apparentia lineæ æqualis ipsi D E; sit linea verticalis E F æqualis lineæ D E, ducaturque ex puncto F, diagonalis FG ad punctum distantiæ G, dico illam diagonalem transire per idem punctum N.

Demonstratio. Triangula A B N, D E N sunt æquiangula propter parallelas, ut supra demonstravi, ergo ut A B ad DE; ita AN ad N E; sed AB est æqualis lineæ AG, utraque enim est æqualis distantiæ oculi à tabella, sunt item lineæ D E, E F æquales; pariter triangula AGN, E N F sunt æquiangula, & (*per 6. 6. Eucl.*) ita est AG ad FE, sicut A N ad N E, ergo in utroque casu linea AE in eodem puncto N dividitur.

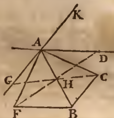
Cæteræ praxes sunt omnino eædem, ut eas applicanti patebit. Volui autem hoc etiam monere, quia video plurimos, etiam authores dum aliquid delineandum est in plano verticali, recurrere ad planum horizontale, cum tamen tam facilis sit operatio in verticali, quàm in horizontali. Addo quod sæpè puncta distantiæ inveniri non possint in linea horizontali quæ in primaria verticali inveniri possent. Hæc consideratio mentem semper acuit, docetque quid in hac materia fiat.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Praxes omnes hujus libri vim suam obtinent in omni plano, ad tabellam recto; etiam ad horizontem inclinato.

Ut magia adhuc latè pateat hujus libri usus; assero superiores omnes praxes valere, respectu plani cujuscumque ad tabellam recti, licèt ad horizontem inclinati, cujus communis sectio cum



tabellâ sit BC. Ducantur radii BA, CA ad punctum principale A, sint puncta ordinaria distantiæ D, & E, sitque dividendus radius AB utrique communis. Ducatur verbi gratia diagonalis F D, ad punctum distantiæ D secans radium A B, in puncto H, ducatur linea GK parallela lineæ BC communi sectioni plani propositi cum tabella, quæ linea K G vices obeat horizontalis, atque adeò in eâ sumantur puncta distantiæ K & G, sitque BC æqualis lineæ F B, & ducatur linea CG, dico illam transire per punctum H, atque adeo sicut H B est apparentia lineæ æqualis ipsi F B (*per 22. 1. hujus*) ita etiam habeatur idem utendo lineâ BC tanquam lineâ terræ.

Demonstratio. Cum triangula AHD, FHB sint æquiangula, erit ut AD ad FB, ita AH ad HB: sed AD est æqualis ipsi AG, sicut & FB, ipsi BC, pariter in secunda divisione, ita est AG ad BC, sicut AH ad HB; igitur in utroque casu eodem modo dividitur AB in puncto H, quod erat demonstrandum.

Hæc notatio utilissima est, quotiescumque corpora inclinata delineanda sunt.

Multa quidem ad planum horizontale spectantia, per puncta quæ vocant accidentalia perfici poterant, quæ de industria in librum quartum rejecta sunt; ne Tyronum mentem tot difficultatibus simul coacervatis obrueremus.

PERSPECTIVÆ LIBER TERTIUS.

Scenographia.

Postquam fundamenta ædificii nostri jecimus, dum omnem Ichnographiam perspectivè repræsentare docuimus, restant nobis parietes erigendi; eodem enim modo procedit ars ista, quo Architectonica, quæ ubi udium bases, & fundamenta statuit, ad culmen usque totum opus perducit. In hoc autem negotio, difficultas maximè posita est, quod ea sint oculis subjicienda quæ in diversis superficiebus posita sunt. In quo unum notandum est, cum corpus non omnem superficiem exhibeat, sed nonnullas ut ita dicam abscondat; ita aptatæ sint hujus scientiæ regulæ, & præcepta ut illa exhiberi non possint, quæ verè & realiter in objecto delitescunt.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Lineæ omnis parallela lineæ terræ & radiis divisæ in partes æquales, est mensura, omnium altitudinum in eâ erigendarum; immò & omnium linearum in plano verticali per eam ducto existentium.

Hæc propositio est universalissima, & ab aliquibus existimatur posse sufficere artificibus, ut opus suum omne absolvant. Primò ergo supponit hæc propositio, pavimentum, seu planum horizontale, divisum esse perspectivè in quadrata æqualia, quale est pavimentum A N, in quo consequenter ductæ sint quam plurimæ parallelæ, lineæ terræ; quæ ita partes realiter minores dividantur, quàm linea terræ AK, quæ tamen sint apparentiæ linearum æqualium, divisionibus lineæ terræ. Hoc si sciant perficere Tyrones quod facillimum est; ope hujus propositionis facilè cætera perficient, sicut ergo linea terræ est prima mensura omnium linearum objectivarum: ita etiam quælibet, illi æquidistans est mensura omnium linearum tam verticalium, quam inclinatarum, in eodem plano per ipsam ducto, descriptarum. Sit verbi gratia linea terræ divisa in pedes, & consequenter linea L M ipsi æquidistans divisa in apparentias linearum pedalium, (*per 24.5. hujus*) dico si supra LM excitanda sit altitudo verticalis pedum 8. esse assumenda octo intervalla, qualia in LM inveniuntur quinque.

Demonstratio. Lineæ quarum ML, LG, sunt apparentiæ, in eodem plano verticali, æquidistante tabellæ inveniuntur, ergo (*per 8.1. hujus*) observant eandem habitudinem inter se, & eodem modo earum apparentiæ decrescunt, secundum rationem distantiæ oculi à tabella, & distantiæ plani objectivi ab eodem oculo, propter quam rationem diximus (*in eadem propositione*) omnes figuras objectivas in plano tabellæ parallelo descriptas, habere apparentias sibi similes.

Non tantum autem altitudo perpendicularis L G, desumitur penes lineam M L tanquam ejus mensuram, sed etiam transversalis quæcumque ut L O, si duceretur; modò tamen in eodem plano verticali per LM, & LG ducto describatur.

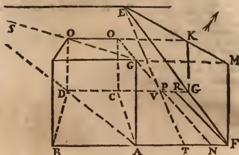
Hoc principium universalissimum est, ideoque benè addiscendum, & in decursu, etiam dum alias praxes tradam, indicabo hoc principium applicari facilè posse.

PROPO

PROPOSITIO II.

Theorema.

Duæ lineæ in eodem puncto horizontalis lineæ concurrentes, in verticalibus, abscindunt apparentias linearum æqualium.



Sint duæ lineæ ME, FE, concurrentes in eodem puncto E lineæ horizontalis, in quas cadant duæ lineæ verticales MF, KG, dico lineas MF, KG, esse apparentias linearum objectivarum æqualium.

Demonstratio. Sumantur lineæ FE, ME, pro apparentiis linearum objectivarum horizontalium, (*per 14. hujus*) illæ lineæ objectivæ horizontales parallelæ erunt, parallelæ item sunt lineæ objectivæ verticales quarum MF, KG, sunt apparentiæ, igitur quadrilaterum FK est apparentia parallelogrammi, ergo GK, FM sunt apparentiæ linearum æqualium quod erat demonstrandum.

In hoc exemplo lineæ horizontales quarum ME, FE sunt apparentiæ non sunt in eodem plano horizontali, sed in eodem plano verticali, quælibet tamen est linea æquidistans horizonti.

Eadem propositio valet si ambæ essent in eodem plano horizontali ut si lineæ TE, FE sint apparentiæ duarum linearum, in eodem plano horizontali existentium, (*per 14.1.hujus*) illæ lineæ essent parallelæ; item lineæ quarum FE, TE, sunt apparentiæ, æquidistant inter se; ergo quadrilaterum TG, est apparentia parallelogrammi, igitur TF, & VG sunt apparentiæ linearum æqualium.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur non tantum lineas concurrentes ad punctum principale, sed etiam quascumque alias convenientes in quocumque puncto lineæ horizontalis, secare parallelas lineæ terræ in apparentias linearum æqualium.

Addo tertiò quia lineæ ME, FE sunt apparentiæ linearum parallelarum, item lineæ FE, TE, lineæ ME, TE, erunt apparentiæ parallelarum, si ducerentur lineæ MT, KV, (quæ ductæ non sunt, vitandæ confusionis gratiâ) illæ in quam essent apparentiæ linearum æqualium.

PROPOSITIO III.

Problema.

Cubum perspectivè delineare.

Sit cubus delineandus, cujus latus sit AB, ductis ad punctum principale radiis AC, BD, ducatur diagonalis AS ad punctum distantiæ S, quæ secet radium BD in puncto D, per quod agatur parallela DC, atque ita (*per 1.2.hujus*) descripta est basis cubi. Erigatur perpendicularis AG æqualis lineæ AB, quia (*per primam hujus*) omnis linea terræ, aut illi parallela est mensura altitudinum supra illam excitandarum, perficiatur quadratum BG. Excitentur perpendiculares CO, DO æquales lineæ DC, (*per 1.hujus*) ductisque GO, GO, item OO absolutum erit opus ut patet.

Poterat alio modo perfici, si nempe ducerentur radii GO, GO ad punctum principale, excitarenturque perpendiculares CO, DO donec occurrerent radiis GO, GO, perfectum pariter esset cubus.

Demonstratio etiam facilis est. Cum enim radii AC, GO sint apparentiæ linearum parallelarum, utpote rectarum ad tabellam, item lineæ verticales AG, CO sint pariter apparentiæ linearum parallelarum; quadrilaterum AO erit apparentia parallelogrammi, in quo cum angulus CAG sit apparentia anguli recti. Nam radius repræsentat lineam ad tabellam rectam, atque adeo quæ cum omni linea in tabella ducta facit, angulum rectum, vel melius, linea CA est apparentia lineæ horizontalis & AG lineæ verticalis, igitur angulus CAG est apparentia anguli recti.

Item linea AC est apparentia lineæ æqualis, rectæ AB; ergo & rectæ AG ipsi æqualis. Igitur quadrilaterum AO est apparentia quadrati.

Tertia praxis erit si productis lineis BA, GG,

oi libuerit in F & M, ductaque verticali FM, producatur linea DC, usque ad G, & per G excitetur perpendicularis GK, per punctum K, ducatur parellela lineæ terræ, donec occurrat lineæ verticali CO. Dico C O esse perspectivè æqualem lineæ AG, est enim A G æqualia ipsi FG : FG autem est æqualis lineæ GK,GK ipsi CO;ergo AG, CO perspectivè sunt æquales & hic modus videtur universalior, & facilè demonstratur per propositioonem secundam hujus.

Quarta praxis erit ducta linea FE, si linea FT sit æqualis vel dimidia lineæ A G, linea GV pariter erit æqualis, vel dimidia lineæ CO.

Quinta praxis erit si duobus radiis utamur, nempe ductis radiis NP, FR, si NF sit tertia, v. g. pars lineæ AG, PR pariter erit tertia pars lineæ C O. Quia (*per 1.hujus*) divisiones lineæ C O, sunt mensura altitudinum, quæ supra eam excitari possunt.

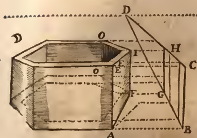


PROPOSITIO IV.

Problema.

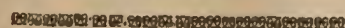
Corpus exagonum delineare.

Primò (*per librum præcedentem*) delineetur Ichnographia exagoni. Ex angulo ejus A, ducatur linea AB parallela lineæ terræ,in qua ducatur



linea verticalis BC,quæ sit æqualis altitudini corporis. Ducantur B D, C D ad quodcumque punctum horizontalis lineæ. Excita in singulis angulis perpendiculares, verbi gratia in puncto F, lineam F I : item ducatur ex eodem puncto F linea FG parallela lineæ terræ, exciteturque verticalis GH,per H ducatur linea HI, occurrens perpendiculari F I; dico altitudinem F I æqualem esse perspectivè altitudini AE. Nam AE,BC æquales sunt B C, G H perspectivè æquales sunt (*per 2.hujus*) GH, FI sunt etiam æquales; igitur AE, F I sunt æquales. Idem præsta in aliis angulis, & corpus cum sua elevatione descriptum erit.

Alio modo idem præstare poteris. Erectâ enim linea AE ad libitum, linea A F producatur usque ad lineam horizontalem; si ad idem punctum lineæ horizontalis ducas lineam ex puncto E,habebitur linea E I, & hoc per secundam hujus. Idem præsta circa reliquos angulos : nempe lineæ F O, IO concurrunt ad idem punctum lineæ horizontalis. Unde quæcumque lineæ sunt apparentiæ linearum horisontalium parallelarum inter se, & non æquidistantium tabellæ, concurrunt in eodem puncto lineæ horizontalis tabellæ.

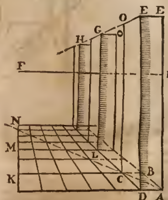


PROPOSITIO V.

Problema.

Parastades directè oculo oppositas, perspectivè delineare.

Quamvis in hoc exemplo non sit peculiaris difficultas, ut tamen ista præcepta altiùs menti



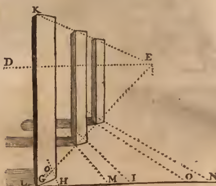
hæreant, exempla multiplicare libet. Sint igitur Parastades, seu prismata quadrata erigenda, & certis intervallis disponenda. Primò quidem sit pavimentum sit in quadrata æqualia divisum, id nullo negotio perficies, præcipuè si quadrata sint æqualia basibus prismatum. Assumatur verbi gratiâ primum quadratum A B C D pro basi unius prismatis. Ex singulis ejus angulis excitentur perpendiculares DE, AE, CO, & quia AE, DE, eidem lineæ parallelæ insident; fiant æquales,unde linea E E parallela erit lineæ terræ. Ex puncto E, ducatur linea E F ad punctum principale F, hæc linea E F omnes altitudines determinabit. Et per puncta G, & H ducendæ sunt rectæ, parallelæ lineæ terræ. Quia ut dixi quæcumque altitudines eidem parallelæ insident, si repræsentent lineas, æquales; etiam æquales esse debent (*per primam hujus.*)

Aliter operari poteramus (*per primam hujus*) utendo nempe linea AD tanquam mensura ad determinandam altitudinem D E, & lineâ M L ad definiendam altitudinem L G; sed hæ duæ praxes in idem recidunt.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Parastades obliquè visas delineare.



Sint colloeandæ Parastades secundùm lineam ad tabellam rectam, ita tamen ut quælibet oblique oculo objiciatur. Ducatur radius GE, in quo collocari debent anguli parastadum, primò fiat Ichnographia basis primæ parastadis (*per nunam secundi hujus*) nempè hinc inde abscindatur linea GH, MI, utraque æqualis diametro quadrati, quod debet esse basis primæ parastadis; ductisque lineis ID, HD, ad puncta distantiæ, se intersecantibus in puncto O; item aliis duabus ex puncto G, perfectum erit primum quadratum. Ut habeas basin secundæ parastadis; sit G M æqualis distantiæ, quâ distare debet à prima, sitque M I æqualis lineæ GH, ductisque diagonalibus I D, MD, intersecantibus radium GE, ex quibus, si ad aliud punctum distantiæ ducas duas lineas, perfecta erit secunda basis. Sit linea GO æqualis distantiæ tertiæ parastadis à prima, sitque pariter ON æqnalis lineæ G H, atque hoc modo perficies tertiam basin.

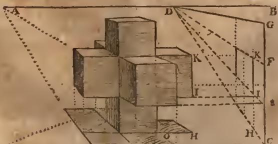
Excitatis perpendicularibus, sit G K æqualis altitudini parastadum, suppono enim, eas esse æquè altas, ducatur linea KE, in eâ finietur altitudo primi anguli, à quo angulo lineæ omnes ad puncta distantiæ ducendæ sunt, quia illæ lineæ basis superioris sunt diagonales, hoc est latera quadrati obliquè visi.

Demonstratio totius progressûs facilis est, & quod pertinet ab bases pendet ex superiori libro; quod verò linea KE conjungat omnes angulos, facilè etiam patet, volumus enim parastadas in eadem linea ad tabellam rectâ collocari.

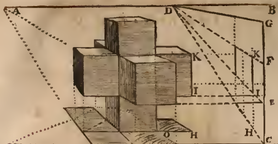
PROPOSITIO VII.

Problema.

Crucem duplicem delineare.



Sit punctum principale A, punctum distantiæ B, primò, per praxes præcedentis libri delineetur



neetur baſis crueis illius doplieis ; ſi enim novem quadrata directa deſcribas relictis quatuor, in quatuor angulis, habebis baſin propoſitæ crueis. Ut faciliùs elevationes determinentur, ad latus figuræ ſupra lineam terræ, ducatur perpendicularia CG, in tres partes diviſa, quia in propoſitâ cruce tres ſunt elevationes. Ad quodcumque poonctum D lineæ horizontalis ducantur lincæ C D , ED, FD,GD, & paratum erit, ut ita dicam, inſtrumentum, ad omnes elevationes crueis propoſitæ delineandas.

Uſus autem talis erit. Sit determinanda altitudo brachii IK ; ex puncto H baſis ejus, ducatur parallela lineæ terræ HH, uſque ad lineam C D, & per punctum H , ducatur perpendicularis H I K, ſecans lincas ED , FD , in punctis I , & K ; per quæ puncta ducantur parallelæ II, KK, occurrentes perpendiculari HK in punctis I & K , & determinata erit altitudo brachii IK.

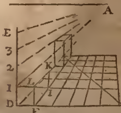
Demonſtr. facilis eſt. Lineæ CE,HI, perſpectivè æquales ſunt ; HI , & H I ſunt etiam æquales, cum ſint apparentiæ parallelarum , & connectant apparentias parallelarum.

Poteramus idem præſtare faciliùs, utendo ſcilicèt OH , tanquam menſura lineæ verticalis ſibi inſiſtentis , quare cum hæc crux deſcribenda ſupponatur habere omnia latera æqualia , lineæ OH, HI, IK æquales erunt. Unde non erat opus, ad latus figuræ ducere lineas CD,ED & cæteras. Quod præſtitimus circa elevationem H K ; faciendum eſt circa reliquas elevationes.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Multa parallelepipeda directò viſa delineare.



Sint multa parallelepipeda, diverſæ magnitudinis perſpectivè delineanda. Facilitatis causâ, pavimentum dividatur in quadrata directè viſa , tum in utroque figuræ latere excitetur perpendicularis DE , diviſa in partes æquales , & per ſingulas diviſionis puncta , ad punctum principale A, aut quodcumque aliud ducantur lineæ 1A, 2A, 3A, 4A. Supra primum quadratum DI, ſit excitandum parallelepipedum altitudinis unius pedis. Excitatis perpendicularibus, ex puncto I , ducatur parallela LI, quæ determinabit altitudinem FL , ductoque radio LK ad punctum principale A ; ubi occurret perpendiculari I K in puncto K , erit altitudo ſecundæ perpendicularis , vel dabitur altitudo IK, ex radio LA. Poteramus etiam uti parallelis lineæ terræ , tanquam menſoris perpendicularium ſibi inſiſtentium.

Idem præſtabis circa reliqua parallelepipeda, neque occurrit circa hoc alia difficultas.

PROPOSITIO IX.

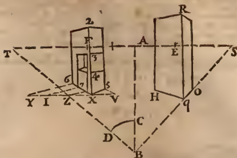
Problema.

Parallelepipeda quomodocumque obliquè viſa delineare.

In propoſitione 6 paraſtades obliquè viſas delineavimus, hoc eſt, ita ut angulus oculo opponeretur, earumque latera cum lineâ terræ, aut parallelis eius, angulum ſemitectum comprehenderent, hoc eſt perſpectivè tenderent ad puncta diſtantiæ. Hîc tradimus praxin univerſaliorem, volumuſque detorquere parallelepipeda in omnem partem , ita ut quemcumque voluerimus angulum efficiant cum lineis ad tabellam rectis. Sit igitur punctum principale A , linea AB ſit perpendicularis ad lineam horizontalem , & æqualis diſtantiæ oculi. Ex puncto B, fiat arcus circuli CD, ſitque CD, quotcumque graduum volueris , ſecundùm angulum quem voles comprehendi à lateribus parallelepipedi , & lineâ ad tabellam recta. ducatur linea BD, attingens lineam horizontalem in puncto T , ad lineam BD , ſit perpendicularis BS , ſecans horizontalem in puncto S , tum facilitatis gratia divide pavimentum in quadrata , quorum latera tendant in puncta T & S , quaſi eſſent puncta diſtantiæ. Aſſero latera quadratorum ad punctum T tendentia, angulum comprehendere cum lineâ quâcumque ad tabellam rectâ, æqualem angulo CBD.

Demonſtratio. Intelligatur linea AB ita elevari, ut ſit ad tabellam recta, & cùm tabella ſit verticalis , linea AB erit horizontalis , & pariter totum triangulum TBS erit parallelum horizonti,

&



& consequenter lineæ BT, BS horizontales erunt. Cum ergo lineæ verbi gratia QT, quæ sunt apparentiæ linearum horizontalium conveniant, in puncto T, lineæ horizontalis (*per* 14. 1. *hujus*) erunt apparentiæ linearum parallelarum lineæ BT; ergo lineæ quarum QT, sunt apparentiæ, comprehendent cum lineâ quacumque ad tabellam rectâ, & consequenter parallelâ lineæ AB, angulum æqualem angulo CBD. Quare si supra hujusmodi lineas parallelepipeda excitentur, eorum latera prædictum angulum, cum lineis ad tabellam rectis comprehendent.

Si igitur in puncto Q, excites perpendicularem QR, cujuscumque altitudinis. Item in punctis O & H, ductis ex puncto R ad puncta accidentalia T & S, lineis R T, R S, determinabuntur cæteræ altitudines.

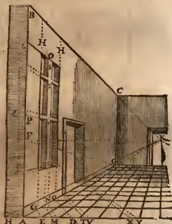
Idem præstare poteris etiamsi pavimentum non fuerit divisũ in quadrata. Si enim ex puncto X, ducas lineas XT, XS, & ad determinandã crassitiem muri, verbi gratia, sumatur linea XV, volunt nonnulli duci lineam V T, quæ secet in puncto S, lineam XS; existimantque lineam X S, esse apparentiam lineæ æqualis ipsi X V. Sed hoc est falsum, ut satis ostendam suo loco, nisi punctum T sit principale, & punctum S, punctum distantiæ. Quare accipienda esset SF, æqualis lineæ SB, ducendaque linea XF, quæ daret lineam XS, æqualem perspectivè lineæ XV. Excitatâ perpendiculari X 2, ex puncto 2, ducendæ sunt lineæ 2 T, 2S.

Si velis longitudinem X 6 determinare, sumatur linea X Y, æqualis lineæ cujus X 6, debet esse apparentia. Quod si delineanda sit in medio fenestra, sint X I, X Z, æquales lineis quarum apparentiæ debent esse, lineæ X 7, & tunc sumptâ lineâ TE, quæ sit æqualis lineæ TB, due lineas occultas YE, IE, ZE, secantes lineam XT, in puncto 7, per quod excitabis perpendicularem; pro determinandâ fenestrâ accipiatur intervallum 43 ad libitum, ducanturque lineæ 3T, 4 T, secantes perpendiculares, atque ita perficies fenestram. Non affero hic rationem cur sumendæ sunt lineæ TE, SF, æquales lineis TB, SB, hoc demonstrabo suo loco.

PROPOSITIO X.

Problema.

Ianuas & fenestras in ædibus aptè collocare.



Facto pavimento per superiorem, seligatur crassities muri AH, ducantur duo radii A K, HK quorum ultimus sit invisibilis. Sit primò construenda porta in muro AC. Sit linea AV, æqualis profunditati ad quam delineanda est porta VX, sit latitudo portæ, TD, XY, sit latitudo postium, linea AP, sit latitudo portæ, ducantur lineæ TF, VF, XF, VY ad punctum distantiæ F, & in punctis in quibus à diagonalibus illis secatur radius A K, excitentur perpendicularis A P, ducto radio P K, habebitur altitudo portæ, cætera per se patent.

Eodem modo delineabitur fenestra, si linea AE, fiat æqualis distantiæ fenestræ ab extremitate AB, linea EM dimidiæ fenestræ, & linea MD, sit alteri dimidiæ fenestræ æqualis, tum ductis diagonalibus EF, MF, DF ad punctum distantiæ F, secabitur radius in punctis G, N, O, in quibus excitandæ erunt

perpendiculares GH, NO, variæ autem fenestrarum altitudines notabuntur in lineâ AB, tales erunt lineæ AI, AP, AL; ductis enim ex punctis I, P, L, radiis ad punctum principale K determinata erit fenestrarum figura cætera usus docebit.

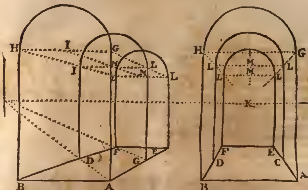
Hæc fenestra totam muri crassitiem obtinet, communiter autem fenestræ mediam tantum murorum crassitiem sibi vendicant, & tunc non extremus radius AK, aut HK, dividendus est diagonalibus, sed radius medius.

In ista praxi nihil est, quod demonstratione indigeat, quia omnia jam supra demonstrata sunt.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Plurimos arcus in planis tabellæ parallelis delineare.



Sint plurimi arcus delineandi in planis verticalibus tabellæ parallelis, sive punctum principale sit in medio, atque adeò directè videantur tales arcus; sive punctum principale sit ad latera, supra lineam AB, excitentur duæ perpendiculares HB, AG, usque ad initium arcus ex A, B, H, G; ducantur radii ad punctum principale K. Si velis secundi arcus planum distare à primo, quanta est linea AB, ducantur ex A & B, duæ diagonales ad puncta distantiæ, quæ in radiis AK, BK, dabunt puncta C & D. Si velis tertium arcum æqualiter distantem ex D & C, pariter duæ diagonales ad puncta distantiæ, quæ in radiis AK, BK, dabunt puncta F & E, in punctis C, D, E, F, excitentur perpendiculares DL, CL, FL, EL, donec occurrant radiis GK, HK. Ducantur lineæ GH, LL, LL, quæ bifariam secentur in punctis I, M, M, ex puncto I, ut centro intervallo IG, describatur circulus, item ex punctis M, intervallis LM; ducantur semicirculi, & erunt absoluti tres arcus, quos assero esse apparentias arcuum æqualium.

Demonstratio. Primò cum radii AK, BK, GK, HK, sint apparentiæ linearum ad tabellam rectarum, & consequenter parallelarum inter se; item lineæ AG, BH, DL, CL, sint apparentiæ linearum verticalium, & consequenter parallelarum, (per 34. 1.) erunt AG, CL, apparentiæ linearum æqualium. Ita ostendam lineas GH, LL, esse apparentias linearum æqualium; & consequenter semicirculos descriptos, esse apparentias circulorum æqualium. Arcus item erunt ejusdem altitudinis, ut pote qui supra altitudines AG, CL, addunt semidiametrum suam.

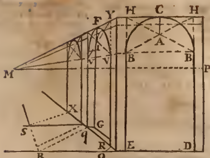
PROPOSITIO XII.

Problema.

Fornices in plano ad tabellam recto delineare.

Sint fornices in plano verticali ad tabellam recto delineandi; Sitque unus, in plano parallelo tabellæ delineandus, qui sit cæterorum mensura supra ejus lineam BB descriptum semicirculum, intra rectangulum comprehendes, productis lineis EB, DB, usque ad H, ductaque lineâ HH, ducantur item diagonides BH, BH se intersecantes in puncto A, ex quo ad HH, duc perpendicularem AC: quibus paratis sit punctum principale M, distantiæ P, sintque RE, RO, æquales lineæ ED,

Item ducantur diagonales RP, OP, secantes radium EM, in punctis Q, R: quia autem linea terræ DO, non est satis longa, ut habeatur tertia distantia, ducatur linea SG, lineæ terræ parallela, donec



donec secet radium R M, in puncto S, tum ex S ad punctum distantiæ P, ducatur diagonalis S X, hæc dabit punctum X: clarum autem est radios R M, E M, esse apparentias parallelarum: igitur lineæ E G, E D, sunt perspectivè æquales: item lineæ E R, S T æquales sunt (*per 22. 1. hujus*) ex punctis Q, R, T, X ducantur verticales QV, item diagonales V Y, se intersecantes in puncto I, per quod excitetur linea verticalis IF, in punctis Z ducatur linea curva, & perfectus erit arcus.

Demonstratio. Hic arcus est æquè altus ac arcus BCB, & similis omnino. Primò ejus basis VV, debet esse perspectivè æqualis & æquè alta ac BB, cum autem radius B M sit apparentia lineæ æquè altæ ac BB, in eo inveniri debet basis semicirculi cætera per se patent.

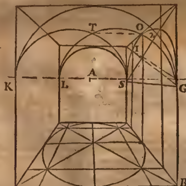
Si fuerit aliqua latitudo, communis praxis præcipit ut alius arcus fiat supra lineam q G priori omnino similis per eandem praxin. Hoc tamen nimis operosum judico, & nimis longum, immo confusionem pareret: quare ducantur duæ, aut tres lineæ parallelæ & æquales, quarum extrema si linea curva conjungas, habebitur arcus secundus. In eo quidem fateor aliquid esse erroris; nam superiores debent esse paulò longiores, sed differentia est negligenda.

Jussi autem lineam q G esse parallelam lineæ terræ, supponendo scilicet murum EM tendere ad punctum principale; si enim punctum M esset punctum accidentale linea qG, ad aliud punctum accidentale ab illo quadrante circuli distans, quod docebitur sequenti libro.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Decussatum fornicem delineare.



Primo quidem formetur ejus basis quadrata, & perspectivè describatur, immò & quadrato circulus inscribatur; quò in plures partes divisus erit, eò melius, sit divisus in octo, sintque ductæ parallelæ, & totidem ex alia parte excitentur lineæ verticales, BG sit altitudo initii arcus. Ducatur radius GA unde linea K G est diameter arcus, qui cum describatur in plano verticali, tabellæ parallelo; divisa linea G K bifariam habebitur ejus centrum; pariter divisa linea S L bifariam describatur alius circulus, supra lineam GS duces verticales & transversales ut in præcedenti, puncta 1. 0. 2, conjunges lineâ curvâ.

Quia autem circuli diagonales sunt ejusdem altitudi

altitudinis cum circulis directè visis, ducatur parallela OT, hæc dabit altitudinem arcuum radii diagonalium, per puncta L T G, ducantur arcus diagonales & perfecta erit operatio.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Fornicem polygonum delineare.

Fiat primò ejus Ichnographia excitenturque verticales lineæ ACBD altitudinem fornicis determinantes usque ad initium arcûs, ducantur radii CF, DF, occurrentes lineis verticalibus in puncto I, & K, ducatur linea CD, quæ bifariam dividatur in puncto E, ex quo ut centro, intervallo EC, aut ED describatur circulus in quotcumque volueris. Partes dividendus, formeturque polygonum C G H D. Pariter ducatur linea LM, dividenda bifariam, supra quam pariter describatur semicirculus, ex punctis G, H ducantur radii GF, HM, secantes circulum minorem, in punctis L, M, perficiaturque polygonum ILMK, & absoluta erit descriptio.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Cubiculum cum caminis delineare.

Sit primò delineandus caminus in plano tabellæ parallelo, ejus latitudo simul cum crassitie murorum, signentur in linea terræ, sintque 1,2, 3, 4, à quibus ducantur radii ad punctum principale E; signetur item illius extra murum projectus, sitque 72. ducatur radius 75, à puncto distantiæ V ducatur diagonalis V56, quæ dabit in radio 1E, punctum 6, per quod agenda parallela 99; excitentur perpendiculares, seu lineæ verticales ex punctis 9, 9, 69, & perfectum erit opus. Fuisset quidem & notandus coronidis projectus, sed operosum est hæc minora ornamenta minutatim persequi.

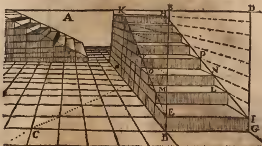
Sit alius caminus in plano verticali ad tabellam recto delineandus. Ejus projectio, notetur in linea terræ, sitque AR, per punctum R agatur radius R E. Distantia camini à puncto extremo A, sit AC, CG murorum crassities; IG, latitudo camini K I, altera murorum crassities; ducantur diagonales C, GV, IV, KV ad punctum distantiæ V secantes radium AE, in punctis F,H,L,M, per quæ agantur parallelæ FN, HO, LP MQ. Excitentur in punctis F,N,O, L, P, Q, lineæ verticales & absolutum erit opus, excepta coronide quæ per se satis intelligitur.

Si verò mutulis innitatur caminus, ut in parte sinistrâ, eadem tamen praxis adhibetur, finguntur mutuli quasi perfecti; ita eorum Ichnographia & basis in pavimento notentur.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

De gradibus & scalis.



Sint delineandæ scalæ, primò ita ut progressus, fiat secundùm lineam ad tabellam rectam. Sitque totius scalæ latitudo BG. Ducantur hinc inde duæ lineæ verticales G D, BD, divisæ in partes æquales secundùm altitudinem uniuscujusque gradus. Ducaturque radius BA notans basin totius scalæ. Hæc linea B A dividatur in partes perspectivè æquales, quod fit dividendo lineam BC in partes æquales, & ducendo diagonales ad punctum distantiæ: nisi fortè pavimentum jam esset divisum in partes æquales. Sint ergo divisiones lineæ BA, 1, 2, 3, &c. Ex quibus excitentur verticales. Ducantur item ex singulis divisionibus lineæ BD radii ad punctum principale A occurrentes lineis perpendicularibus in punctis F, M, O, per quæ agantur parallelæ donec occurrant radiis ductis per divisiones lineæ GD.

Poteramus id adhuc faciliùs exequi, inventa prima altitudine F E, & ultima, tunc enim lineæ E K, aut I H determinassent angulos singulorum graduum.

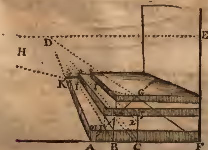
Si pavimentum divisum esset in quadrata, facilior adhuc esset delineatio, nam divisiones singularum parallelarum, poterant (*per primam hujus*) esse mensura perpendicularium sibi insistentium.

Aliæ scalæ in parte sinistra figuræ adhuc faciliores, cum omnes graduum altitudines, sint omni modo æquales, utpote in eodem plano tabellæ parallelo existentes. Verbi gratia in determinanda linea S T, quæ facilè haberi potest per lineam diagonalem ductam ad punctum distantiæ.

PROPOSITIO XVII.

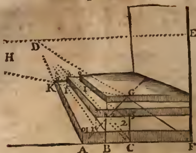
Problema.

Alterius generis gradus.



Sint alii gradus delineandi, quales figura ostendit, verbi gratiâ, sint tres gradus. In linea terræ, aut alia illi parallela magnitudo seu latitudo totius gradus infimi sit AF, longitudo sit AK; sintque A B, B C æquales excessui gradus primi, sed inferioris supra superiorem excitentur in H,B,C,

 tres



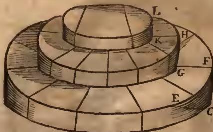
tres perpendiculares continentes altitudinem cujuſcumque gradus; tum per B, & C ducantur radii BD, CD. Item ex punctis 1, 2, 3 ducantur radii: quia autem volumus gradum inferiorem, excedere ſuperiorem ex omni parte, ex punctis A & K ducantur diagonales ad puncta diſtantiæ ſecantes radios BD, CD, in punctis I, I, I, I, in quibus excitentur perpendiculares. Prima igitur perpendicularis erit in A, continens unam menſuram ſeu altitudinem unius gradus, ductoque radio perficietur primus gradus. Secunda perpendicularis ſecabitur à radio 2D: in angulis ſecundi gradus. Tertia perpendicularis ſecabitur à radio 3 D, & ita deinceps.

Demonſtratio. Ductis radiis AD, BD, CD, & ductis diagonalibus AG, KG ad puncta diſtantiæ E & H, formatur Ichnographia omnium graduum in qua lineæ A B, B I ſunt perſpectivè æquales: item AC, C I; quare excitatis perpendicularibus, in punctis A, I, I, in A quidem quæ contineat altitudinem unius gradus, in I quæ contineat altitudinem duorum, & in puncto conſequenti quæ contineat altitudinem trium, ſecundū praxin propoſitionis ſecundæ hujus; perficietur totum opus.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Gradus rotundos delineare.



Sint gradus rotudi minores, & minores delineandi, quorum baſes, ſeu Ichnographiæ ſint concentricæ. Proponantur tres hujuſmodi. Fiant ergo (*per praxin Prop.8.2.hujus*) tres circuli concentrici, tanquam baſes ſingulorum graduum. Ad latus figuræ ducatur linea verticalis, in qua notentur altitudines graduum, debet autem communiter altitudo gradus commodi, eſſe dimidia pars latitudinis. Sit ergo hæc linea diviſa in tres partes, & ex ſingulis diviſionum punctis ad punctum quodcumque lineæ horizontalis ducantur radii: tum ex aliquibus punctis ſingulorum circulorum ducantur parallelæ uſque ad radium ex puncto C primi circuli, ducatur parallela, & perpendicularis C F, uſque ad ſecundum radium, quia primi gradus altitudinem quærimus. Per punctum F ducatur parallela, quæ perpendicularem EG ſecabit in puncto G, punctum pertinens ad ſuperiorem ſuperficiem primi gradus. Pariter ſit punctum H pertinens ad Ichnographiam ſecundi gradus; ducatur parallela H K, & perpendicularis K L, uſque ad radium proprium, quærimus enim altitudinem tertii gradus. Parallela occurrens perpendiculari H I, determinabit punctum I pertinens ad ſuperiorem ſuperficiem ſecundi gradus.

Demonſtratio. Lineæ E G, GH, KL, ſunt perſpectivè æquales, cum illæ quibus ſunt æquales ſint perſpectivè æquales.

Si pavimentum diviſum fuiſſet in quadrata, vel lineæ parallelæ in partes æquales, per radios iis

usi essemus ad determinationem singularum altitudinum (*per* 1. *hujus*) & tunc non adhibuissemus hanc lineam, quam supposui ductam esse, & quæ non est ducta.

PROPOSITIO XIX.

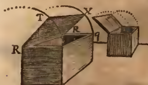
Problema.

De Aperturis portarum, fenestrarum, abacorum, & arcarum.

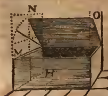
Multa sunt in ædibus quæ aperiuntur, & clauduntur, ut sunt januæ, fenestræ, abaci, arcæ, & cætera hujusmodi, quæ pro varia apertura, variam etiam apparentiam efficiunt: & in fenestris, quidem portis, & abacis hoc habemus, nempe duo latera esse verticalia, alia duo esse horizontalia, & sibi invicem parallela. Quare eorum apparentiæ erunt aut parallelæ inter se, quoties earum plana sunt parallela tabellæ, aut convenient in aliquo puncto lineæ horizontalis; quod si distinctum sit, à puncto principali, aut à punctis distantiæ, erit punctum accidentale. Quamvis multa etiam sine punctis accidentalibus præstare possimus ope semicirculorum, nam ut plurimum portæ, & abaci non possunt aperiri nisi secundùm semicirculum. Distinguemus ergo hujusmodi aperturas.

Et primò faciliores trademus. Axis secundum quem fit motus, vel est horizontalis, vel verticalis. Si horizontalis adhuc subdistinguendum est, vel est ad tabellam rectus, vel tabellæ parallelus, vel ad tabellam obliquus. Hunc ulimum situm, utpote difficiliorem in sequentem librum, sicut & situm quemcumque inclinatum rejiciam.

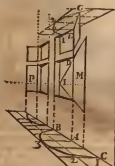
Sit primò arca RQ aperienda. axis circa quem fit uperculi motus, est radius R R, perspectivè



ad tabellam rectus, ex puncto R ut centro, intervallo Rq fiat semicirculus, in quo seliges punctum T ad libitum; ex alio puncto R describes alium circulum priori perspectivè parallelum, ductoque radio TX, perfectum erit uperculum, ductis lineis RT, RX.



Sit secundò arca aperienda, sitque axis motûs operculi, parallelus tabellæ, & horizontalis; atque adeo planum circuli ab extremitatibus operculi descripti, sit verticale ad tabellam rectum. Describantur perspectivè duo circulorum quadrantes aut semicirculi qualis est M N, seliganturque in eo punctum N, per quod agatur parallela NO, & perficietur uperculum: describatur autem semicirculus ille (*per propos.* 12. *hujus.*)



Sit tertiò aperienda porta aut fenestra, atque adeo, axis circa quem fit motus sit verticalis, (*per* 8. *Secundi hujus*) formetur semicirculus 1, a, G, in plano horizontali superiori, sunt aliqui qui prius describunt talem circulum, in plano horizontali cui tabella insistit, qualis est semicirculus in plano horizontali superiori. Ego verò existimo non esse difficilius operari immediatè in plano horizontali superiori, ac in inferiori: & quia imaginatio nonnihil turbatur, invertenda est figura. Assumatur punctum G ad libitum, ducaturque linea G E I usque ad lineam horizontalem [illegible] x puncto accidentali I ducatur linea I H, quæ repræsentat parallelam lineæ G E, (*per* 14. 1. *hujus*) idem dicendum est de portis.

PROPOSITIO XX.

Problema.

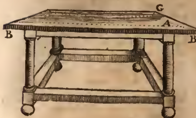
De mensarum, & sedilium descriptione, cæterorumque mobilium.

Sit primò mensa perspectivè delineanda, describenda prius est, & incipiendum à cæterii Ichnographia; excitentur deinde columnellæ, in quibus non video difficultatem ullam. Si tamen ut jam



dixi

dixi, habeatur perfecta Ichnographia, diligenter obſervandum; ut columnellæ quæ magis ab oculo diſtant, ſint aliis graciliores, quod totum ex Ichnographia perſpectivè projecta clariſſimum eſt.



Perfecto cantherio, & elevato, imponenda eſt menſa, quæ excedere debet caotherium: unde ex punctis A, in quibus ſunt extremitates cantherii, ducantur diagonales ad puncta diſtantiæ, producatur linea parallela AA in B, per quod punctum ducatur radius B G, ſecans diagonales in puncto G, per quod ducantur parallelæ. Addenda item eſt menſæ aliqua craſſities.

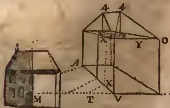
Ad delineationem menſarum, & ſedilium quoties earum extremæ lineæ, aut ſunt parallelæ lineæ terræ, aut tendunt ad punctum principale, nulla apparet nova difficultas. Videtur eſſe paulò major, quoties nonnihil detorquentur in unam partem, ſed ea eſt potius in Ichnographia delineanda, de qua fuſiùs libro ſuperiori; adhibenda etiam ſunt puncta accidentalia, ſecundùm regulam communem, lineas horizontales parallelas inter ſe non æquidiſtantes, concurrere in eodem puncto lineæ horizontalis.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Tectorum delineatio.

Nulla eſt difficultas peculiaris in tectis imponendis, niſi petita ex eo quod, ut plurimum vel pyramidem efficiant, vel quod faſtigium non tegnet, ſeu non obtineat totum ædificium. Qua-



tuor autem communiter ſunt ſpecies tectorum. Prima erit tectorum ex lapidibus conſtantium, quas (*Ardoiſes*) vocamus, & hæc tecta ſunt valde declivia, ita ut triangulum æquilaterum efforment. Secunda ſpecies tectorum, erit ex tegulis planis, & in iis altitudo perpendicularis paulò major eſt ſemilatitudine. Tertia ſpecies erit earumdem tegularum, ſed ſemilatitudo ſuperabit aliquantulum altitudinem. Quarta ſpecies erit tegularum concavatum in quibus ſemilatitudo ad altitudinem perpendicularem ſe habet ut 3 ad 2.

Sint igitur muri quibus imponendum eſt tectum; quæritur faſtigium 44 quod volumus non obtinere totum ædificium, ſed deficere ab ejus longitudine aliquantulum. Sit longitudo ædificii M V, abſcindantur utrinque lineæ T V æquales, quantum volumus eſſe exceſſum longitudinis ædificii, ſupra faſtigium 44; ex punctis TT, ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ, ſecantes V A, & excitentur perpendiculares X X, & parallelæ XZ, XZ. Ex puncto medio Y ducatur radius Y Z, ſecans parallelas prædictas in punctis Z, Z; in eodem puncto Z excitetur perpendicularis Z 4 ſecundùm altitudinem quam tecto tribuere volumus: ducatur item radius 44 ſecans perpendiculares Z4, Z4 in punctis 44; ex punctis 4 ducantur lineæ ad quatuor angulos ædificii, & determinata erit tecti apparentia.

Nihil hic demonſtratione opus eſt. Solum unum moneo, non fuiſſe opus longitudinem ædificii notare in linea VM; ſed id immediatè potuiſſe præſtari ſi produceretur linea 14, in plano nempe horizontali 10.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

De hortorum ambulacris.

Quotieſcumque delineanda ſunt hortorum ambulacra; duo maximè ſpectanda ſunt. Primum ut arborum ſtipites in loco debito collocentur. Secundum ut ſtipitum craſſities ſenſim decreſcat, pro ut arbores fuerint ab oculo remotiores; intervalla etiam inter eas ſenſim decreſcant. Unde ſi plura ſunt ambulacra delineanda, nonnulli ſolum in quadrata dividunt, ut docuimus (*libro ſecundo hujus.*) Quadrata autem ita poterunt efformari, ut circa limbum habeant, craſſities autem limbi erit craſſities arborum, ſi ambulacra objectiva fuerint ad lineam terræ perpendicularia, fiant quadrata directè viſa. Volunt autem nonnulli ut craſſities ſtipitis deſumatur ſecundum perpendiculares in angulis parvorum quadratorum excitatas: hoc tamen video eſſe fallax, neque opus eſſe ut id obſervetur. In genere ergo quotieſcumque excitandæ ſunt perpendiculares ſupra circulos; excitandæ erunt in punctis extremis ad dextram, & ad ſiniſtram. Hoc eſt fiant lineæ verticales quæ ſint tangentes eorum circulorum; illæ enim erunt extremitates cylindrorum quorum baſes ſunt circuli. Si ambulacra non tendant ad punctum principale, ſed in quinquuncem digerendæ ſint arbores, ſolum diſtinguatur in quadrata viſa ex angulo, per lineas diagonales ad puncta diſtantiæ. Si quæritur ambulacrum ad aliam plagam directum; recurrendum eſt ad puncta accidentalia.

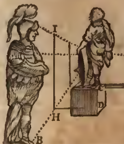
PROPO

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Altitudo figurarum.

Intelligo hîc figuras hominum, & animalium, certum enim est quò magis ab oculo removentur, eò minores esse debere, quia autem diximus (*propos. 5. hujus*) lineas parallelas lineæ terræ esse



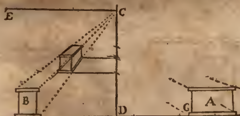
mensuras omnium linearum, in plano horizontali supra ipsas erecto ductarum; ideo si semel formatum sit planum horizontale verbi gratia, illud cui tabella insistit, etiamsi figura sit multum elevata, ut habeatur ejus longitudo, videndum est cui lineæ parallelæ in plano horizontali respondeat; quod ut exemplis manifestum fiat. Determinetur supra lineam terræ figura B pro altitudine humana, per eius caput & pedes ducantur duæ lineæ ad idem punctum lineæ horizontalis, ita ut fiat triangulum determinativum altitudinis figurarum æqualium. Supponatur figura alia insistere gradibus, respondere tamen perpendiculariter lineæ terræ, atque adeo eas figuras, esse in eodem plano verticali, tabellæ parallelo; dico illas æquales esse debere. Nam omnes lineæ, & longitudines in eodem plano tabellæ parallelo existentes, eandem in tabella observant proportionem, quam habent in objecto; unde si in objecto sunt æquales, in tabellâ etiam æquales erunt. Pariter sit figura C, quæ realiter & in objecto sit æqualis figuræ B, supponitur autem esse altior, seu in alio horizonte: sit linea parallela DH, & perpendicularis HI, figura C lineæ HI, æqualis esse debet, & ita de cæteris. Quod ut melius intelligatur, figura C verbi gratia potest intelligi insistere plano DB, vel intelligi in alio plano altiori, si enim sub pedibus ejus formarentur gradus, tunc posset intelligi respondere perpendiculariter lineæ terræ, & in tali casu deberet esse major: nam ea objecta quæ sunt in eadem linea recta ab oculo ducta, eumdem sibi in tabella locum vendicant, etiamsi magis, & minus ab oculo removeantur, onde in tali casu eorum magnitudo determinat locum in quo sunt.

Quod dixi de figuris hominum, intelligendum etiam est, de quadrupedibus, immo & de avibus in aëre existentibus.

PROPOSITIO XXIV.

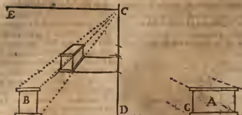
Problema.

Corporis solidi apparentiam sine ulla Ichnographia delineare.



Sit corpus aliquod solidum, cujus duplex habeatur sectio seu facies una sit parallela tabellæ, alia sit ad tabellam recta. Hoc est intelligatur corpus illud, duobus planis secari, uno quidem ad tabellam recto, & alio tabellæ parallelo. Sit figura A sectio talis corporis & plani ad tabellam recti, & figura B sit sectio ejusdem, & plani tabellæ paralleli; debeat autem corpus illud perspectivè delineari. Sit punctum C punctum principale, punctum E distantiæ, linea CD principalis, debeat autem corpus exprimendum distare ad lævam, à linea principali quanta est linea BD, & tantum distare à linea terræ, quanta est linea AD. Statuatur sectio parallela in puncto B, & à singulis ejus angulis ad punctum distantiæ ducantur radii; tum ex singulis angulis sectionis A ducantur diagonales ad punctum distantiæ E, secantes lineam CD, & per divisionum puncta ducantur parallelæ. Dico singulorum angulorum apparentias esse in parallelis sibi correspondentibus; item in radiis propriis, atque adeo, communes sectiones præbere eorum apparentias.

Demonstratio. Intelligatur sectio A, esse in plano verticali per oculum ducto, & ad tabellam recto, cujus communis sectio cum tabellâ est linea CD; si inquam à singulis angulis sectionis A, ducantur lineæ ad oculum E, habebuntur eædem divisiones, quæ inventæ sunt. & quæ erunt appa-



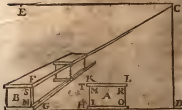
rentiæ prædictorum angulorum. Quod si hæc sectio intelligatur moveri, motu parallelo ipsi tabellæ, singuli ejus anguli describent lineas parallelas lineæ terræ; quare in quocumque loco statuatur, servando eandem à tabellâ distantiam, apparentiæ singulorum angulorum in iisdem parallelis manebunt.

Quia autem corpus illud supponitur esse ad sinistram, ductis radiis ad punctum principale, in quacumque distantia inveniatur, modo eandem à verticali primario, seu per punctum principale ductum servet distantiam, apparentiæ singulorum angulorum erunt in suis radiis, sed ostensæ sunt etiam inveniri, in suis parallelis; ergo communis concursus radiorum, & parallelarum, eorum apparentias exhibebit.

Notandum autem est sectiones A & B, debere statui in eadem linea parallela lineæ terræ. Si enim altius idem corpus delineandum esset, etiam altiùs statuendæ essent ambæ sectiones.

Idem problema alio modo nonnulli perficiunt, & magis ex principiis communibus superiùs explicatis, sed sectio A, in charta delineari debet, & mobilis esse. Sit igitur idem corpus delineandum, sitque punctum principale C, E verò punctum distantiæ, velimus pariter tantum distare ad sinistram, à linea principali, quanta est linea BD; ducantur ut priùs ex singulis eius angulis duo radii, ad punctum principale C, in quibus radiis erunt singulorum angulorum apparentiæ.

Ponatur facies A, tantumdem distare à linea



FG, quantùm volumus corpus illud esse intra profunditatem tabellæ, hoc est distare à lineâ terræ, debemus ergo abscindere ex radio GC, apparentiam lineæ GH, & quia HO est vera longitudo corporis, debebit abscindi ex radio GC apparentia lineæ æqualis lineæ GO, praxis autem communis jubet duci lineas diagonales ad punctum distantiæ E, atque adeo ductis in eo situ diagonalibus, habebimus in radiis apparentias angulorum H, O, K, L, modò KL & HO sint æquales.

In eo tamen situ linea IM, non distat prout par est, à linea NS. Cum enim tota sectio B, supponatur esse in plano tabellæ, deberet punctum I, ita distare à puncto N, sicut idem punctum I objectivum distat à tabella, sed punctum I distat à puncto G, distat ut par est, sed non à puncto N, eò quòd punctum N, magis recedat, quam punctum G, respectu cujus tota sectio A, benè disposita fuerat; unde tota sectio A debet admoveri tantisper, quanta nempè est linea NG, & tunc ex punctis MIPR, ducendæ essent lineæ diagonales, quæ secarent radios sibi destinatos in apparentiis suis.

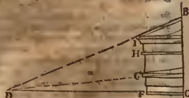
Demonstr. Pendet ex praxi communi determinandarū apparentiarum in radiis, per diagonales.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Corpora extantia, seu ante tabellam posita delineare.

Nonnumquam quærimus apparentias corporum ex tabella extantium, ut si apparentiam coronidis, aut coronæ ex pariete extantis, in ipso pariete delineare deberemus. Habeatur sectio illius corporis quæ sit verticalis, & ad parietem recta, ut verbi gratia sit illa sectio FGHI; supponatur linea BC pro pariete, punctum C esse principale,



distantia oculi CD, unde oculus supponatur in D, & spectari debeat illud corpus ex puncto D, per singulos illius corporis angulos ex oculo D, ducantur lineæ occultæ quæ secent lineam B C, dico si per illas sectiones ducantur lineæ parallelæ, illæ erunt apparentiæ coronidis, quod facilè patet ex iis quæ diximus initio primi libri, de corporibus ante tabellam existentibus.

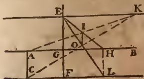
PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Apparentiam cujuscumque puncti assignare.

Tradidimus libro superiori methodum assignandi

nandi apparentiam puncti in plano horizontali cui tabella insistit, existentis, praxio faciemus universaliorem, nempe cujuscumque puncti cujus determinata sit distantia à tabella, distantia ad lævam, aut dextram à plano verticali, per punctum principale, & per oculum transeunte; item



distantia à plano horizontali cui tabella insistit. Nam hæ distantiæ sufficienter punctum aliquod certum, & determinatum indicant.

Sit ergo primò ejus altitudo trium pedum. Sit ergo linea AB distans, à lineâ terræ CL, tribus pedibus. Sit item ad dexteram verticalis principalis repræsentari per lineam EP duobus pedibus, sit igitur GH duorum pedum, ducatur radius HE, tertiò sit distans à tabellâ pedibus quinque, fiat linea AH pedum quinque, & ducatur linea diagonalis AK, ad punctum distantiæ K, secans radium HE, in puncto I; dico punctum I, esse apparentiam puncti propositi. Pingatur enim horizontale planum, distans à plano cui insistit tabellâ, tribus pedibus; illius communis sectio erit linea AB, quare si in eo horizontali plano operemur, ut (*propositio* 18. *præcedentis libri*) præscribit invenietur ejus apparentia in puncto I.

Alii verò qui sunt ita assueti plano horizontali, cui tabella insistit, ut in alio operari nesciant; ità id exequuntur, primò lineam FL, æqualem accipiunt distantiæ puncti propositi, à plano verticali primario; secundò, ducto radio L E, lineam LC, faciunt æqualem distantiæ ejus, à tabella; ductâque diagonali C K; secante radiom L E, in puncto O, habent apparentiam, puncti perpendiculariter suppositi, in punctis O, & L, excitant perpendiculares OI, LH, & LH quidem trium pedum, ut supponitur tale punctum elevatum tribus pedibus, ductóque radio HE, secante perpendicularem O I in puncto I, habent apparentiam quæsitam. Alii per triangulum ad latera descriptum, & per parallelas, ut docuimus totum negotium absolvunt.



PERSPECTIVÆ
LIBER QVARTVS.

De Punctis accidentalibus, & corporum quomodocúmque inclinatorum apparentiis.



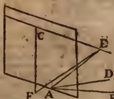
ACTENUS ea tantum corpora perspectivè delineavimus, quorum superficies aliqua, aut erant parallela tabellæ, aut ad eam recta, atque adeo quorum lineæ extremæ, seu striæ aut essent verticales, aut horizontales, talia sunt ædes, columnæ, cæteraque satis fusè superiori libro explicata. Hoc autem libro delineanda suscipimus ea corpora, quæ ad horizontem quomodocumque fuerint inclinata, sive tabellæ sint parallelæ, sive ad eam recta, sive cum ea angulum quemcúmque obliquum comprehendant. In quibus satis manifestum est innumeras esse varietates, quæ nisi ad certa principia revocentur; infinitum erit omnia singillatim persequi. Quare ut ordine procedamus, primò linearum quarumcumque, & quomodolibet ad tabellam, aut horizontem inclinatarum apparentias investigabimus, tùm modum eas dividendi in partes quascumque, segmentis objectivis respondentes docebimus; tùm methodum plana inclinata delineandi, & in iis operandi, hoc est respectu cujuslibet plani, punctum principale, puncta distantiæ, lineam terræ, assignandi, & perpendiculares in quolibet ejus puncto erigendi docebimus. Incipiemus autem à facilioribus.

PROPOSITIO I.

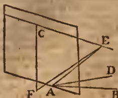
Problema.

Linea cujuscumque objectiva in plano horizontali ducta, apparentiam invenire.

Incipio à lineis horizontalibus. Sit igitur linea objectiva A B, quæ cum linea terræ quemcumque angulum obliquum comprehendat, & consequenter cum linea DA, quam suppono in plano horizontali duci, & esse ad tabellam, rectam, comprehendere angulum verbi gratiâ graduum 60. quæritur ejus apparentia. Sit punctum principale C; linea horizontalis CE, ad quam sit perpendicularis CF, æqualis distantiæ oculi à tabella. Fiat an-



gulus CFE, graduum 60. dico apparentiam lineæ AB tranſire per punctum E, atque adeò eſſe lineam AB.



Demonſtratio. Intelligatur triangulum CEF ita erigi, ut ſit rectum ad tabellam; quare cum tabella ſit verticalis, planum trianguli CEF erit horizontale, & conſequenter parallelum plano horizontali, in quo ductæ ſunt lineæ DA, DB, CF autem & DA, ut pote ad tabellam rectæ, ſunt parallelæ, & anguli CFE, DAB, facti ſunt æquales: igitur lineæ FE, AB ſunt parallelæ; quare (*per* 2. *primi hujus*) apparentia lineæ AB tranſit per punctum E.

COROLLARIUM I.

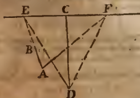
Si dentur plurimæ lineæ horizontales objectivæ, parallelæ lineæ AB, ſive in eodem plano horizontali fuerint, ſive in diverſis, omnium apparentiæ convenient in puncto E; quare punctum E erit illud in quo concurrent, omnes apparentiæ linearum, quæ cum lineis ad tabellam rectis, verſus dextram angulum comprehendunt graduum ſexaginta; vocetur punctum accidentale. Ita inveniemus in linea horizontali punctum accidentale lineæ quomodolibet declinantis, à perpendicularibus.

PROPOSITIO II.

Problema.

In puncto data apparentia, lineæ horizontalis objectivæ, apparentiam cujuſlibet anguli invenire.

Quærimus in hac propoſitione methodum, in dato puncto lineæ perſpectivæ, quemcumque angulum item perſpectivum conſtituendi. Sit datum punctum A lineæ AB, quam ſupponimus eſſe



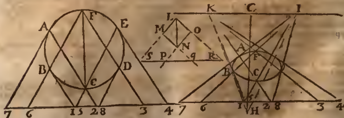
apparentiam lineæ alicujus objectivæ horizontalis, in quo jubemur conſtituere angulum graduum 60. Sit punctum principale C, diſtantia oculi ab eo CD. Producatur linea AB, donec concurrat cum horizontali linea in puncto E, ducatur linea DE, fiatque angulus EDF, graduum ſexaginta, ducatur linea AF; dico angulum EAF, eſſe apparentiam anguli graduum ſexaginta.

Demonſtratio. Erecto ut priùs triangulo EDF, AB, eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DE, (*per* 2. *hujus*) item AF eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DF: quare (*per* 10. 11.) angulus EDF eſt æqualis illi, quem lineæ objectivæ apparentiarum AB, AF comprehendunt; ergo angulus A, eſt apparentia anguli graduum 60. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO III.

Problema.

Ichnographia Geometrica apparentiam invenire, per puncta accidentalia.



Sit circuli ABCD, invenienda Ichnographia. Dividatur circulus in partes æquales ut ducantur parallelæ, ſe interſecantes in circumferentia. Sitque infra circulum linea 7 4, quæ repræſentet lineam terræ, quam ſecent parallelæ in punctis 1 2 3 4 5 6 7. Ducatur linea FC, perpendiculariter, quæ ſecet duas parallelas, ut nempe habeantur anguli FCE, FCA; ſit punctum principale G, diſtantia oculi ab eo, linea GH, fiat angulus GHI æqualis, angulo FCE, & GHK, æqualis angulo FCA, transferantur in lineam terræ ipſius tabellæ, puncta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, & ex punctis 1, 2, 3, 4; ducantur lineæ ad punctum K, & ex punctis 5, 6, 7 ad punctum I, ſi diligenter notentur puncta in quibus ſe interſecant, habebitur apparentia punctorum ABCD, &c.

Demonſtratio. Lineæ 1 K, 2 K, &c. ſunt apparentiæ linearum comprehendentium cum perpendiculſ tribus

diculatibus angulum æqualem, angulo GHK, seu FCA; ergo sunt apparentiæ linearum 1 B, 2 A, 3 F &c. ita ostendam lineas 51, 61, 71, esse apparentias linearum 5C, 6F, 7A. Ergo puncta in quibus apparentiæ concurrent, erunt apparentiæ concursuum linearum, seu circumferentiæ.

COROLLARIUM I.

Simili methodo quadrati quomodolibet collocati apparentiam inveniemus; productis enim lateribus L, M, O, N, donec secent lineam terræ in punctis S, P, q, R, ductâque perpendiculari LN, ut sciantur anguli LNO, LNM, ejus apparentiam inveniemus.

COROLLARIUM II.

Perficiemus pariter alia polygona, præcipuè verò æqualium numero laterum, quia sunt duo semper opposita, quæ parallela sunt,

PROPOSITIO IV.

Problema.

Apparentiam cujuslibet lineæ horizontalis dividere.

Sit AB apparentia lineæ objectivæ horizontalis; quam dividere oportet, hoc est ea ea apparentiam unius, duorum, trium pedum resecare, secet hæc lineam horizontalem in puncto B, & propriam lineam terræ in puncto A; intelligo autem per propriam lineam terræ, communem sectionem, tabellæ,& plani in quo ducta est lines, objectiva cujus AB est apparentia, aut linea objectiva attingat tabellam in puncto A, seu A sit punctum commune, & lineæ objectivæ, & ejus apparentiæ. Sit punctum principale C, distantia oculi ab eo linea CD, ducatur linea D B, sitque illi æqualis BE, dico punctum E, esse punctum distantiæ respectu lineæ AB, nam ea oculo D ad punctum B, distantia est DB, dividatur linea terræ AF, in quascumque partes, & ex puncto E, ducantur lineæ occultæ, illæ divident lineam AB, in apparentias illarum sectionum.

Demonstratio. Intelligatur ita erigi planum trianguli CDB, ut sit horizontale, in tali situ (*per 1.hujus*) linea D B parallela erit lineæ objectivæ cujus AB est apparentia (*per definitionem autem 10. 1. hujus*) veræ apparentiæ partium lineæ objectivæ habebuntur, si ex oculo D, ad singulas ejus divisiones ducantur lineæ, illæ enim divident, ut pat est lineam objectivam AB, sed easdem divisiones habebuntur (*per 5. 1. hujus*) si BE, sit æqualis ipsi DB,& BE, AF, fuerint pariter parallelæ. Igitur punctum E, erit punctum distantiæ, è quo bene dividetur linea AB. Quod erat demonstrandum.

Si verò non habeatur punctum A, in quo linea objectiva concurrit cum tabella, habeaturque tantum punctum O, quod sit consequenter apparentia puncti positi in plano horizontali cujus AP est communis sectio cum tabella. Tunc ad dividendam lineam AB, utendum est parallela OM, quæ sit divisa in partes minores, secundum praxin communem, & habebuntur eædem divisiones, quæ factæ fuissent, ex divisione lineæ terræ A F, in partes majores.

Demonstratio. Sit enim O I, apparentia lineæ æqualis ipsi A G, nempe lineæ æqualis ipsi N F, quæ habeatur ductis lineis E O N, EIP; dico lineam OK, esse perspectivè æqualem ipsi NF, cum enim lineæ E F, E N, concurrant in eodem puncto E horizontalis lineæ,& sint apparentiæ linearum horizontalium; erunt (*per 14. 1. hujus*) apparentiæ linearum parallelarum. Sed pariter A F, O N, sunt apparentiæ parallelarum: igitur quadrilaterum FNOK, est apparentia parallelogrammi, igitur NF,OK, sunt perspectivè æquales; sed pariter OI, est æqualis perspectivè lineæ NF; ergo OI,OK, sunt perspectivè æquales. Quoties igitur non poterit haberi linea terræ, utemur ad divisionem lineæ horizontalis, ejus parallela, in partes tamen minores divisâ, quod diligenter notatum volo, quia illa praxis in sequentibus erit valde utilis, ut monebo cum res feret.

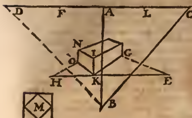
PROPOSITIO V.

Problema.

Apparentiam corporis quomodolibet declinantis invenire.

Versamur adhuc in plano horizontali, intendo ergo corpus exhibere, cujus plana duo sint parallela horizonti, aut saltem striæ, seu commissuræ duarum superficierum, sint horizonti parallelæ. Duplex occurrit difficultas, prima erit ut declinet quantùm libuerit, hoc est ne sit parallelum tabellæ, nec ad illam rectum; secunda erit ut inveniatur punctum in quo concurrant lineæ ad ejus superficiem rectæ. Proponatur igitur describendum prisma quod declinet ad dextram à puncto principali A gradibus 60, sit A B æqualis distantiæ oculi à tabellâ. Fiat angulus A B C gradnum 60, punctum C, erit punctum accidentale, & quia corpus quod delineare cupimus habet aliquas lineas perpendiculares, fiat angulus C B D rectus, punctum D erit aliud accidentale, respondens. Ex puncto K, in quo volumus tale corpus delineare, ducatur linea KC, cui ut debita longitudo tribuatur (*per præcedentem*) sit linea C F, æqualis

æqualis lineæ C B, & ducta KE, parallela lineæ terræ, ſi ipſa non fit linea terræ, ſumantur in ea



partes quæcumque, ſed minores, ut diximus ſecundâ parte ſuperioris propoſitionis, & linea F E, dabit K G, longitudinem requiſitam; cum linea K I, fit verticalis nihil hic dico, cum ex ſuperioris libri praxibus ejus longitudo poſſit determinari. Pariter ducatur linea KD, quæ ut dividatur fit linea D L, æqualis lineæ D B, & in parallela KH, ſumantur quotcumque partes; linea HL, dabit punctum O, per quod excitetur O N, cætera perficientur facilè, ſi ad puncta accidentalia C & D, cæteræ ducantur lineæ.

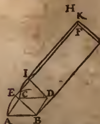
Sit idem priſma delineandum, ita tamen ut uni lineæ inſiſtat. Quamvis hoc facilius ex dicendis perfici poſſit, eò quòd in tali ſitu aliqua ejus plana ſint ad horizontem inclinata, nihilominus id perficiam ſine doctrina talium planorum. Debeat ergo tale priſma inſiſtere uni ſtriæ ſicut figura M exhibet, includatur hoc quadratum uni angulo inſiſtens, alteri quadrato, tangenti planum horizontale ſecundum unum latus, quod perſpectivè delineetur ſicut priùs; acceptiſque in ejus baſi punctis agantur lineæ ad punctum C, & perfecta erit ejus deſcriptio.

PROPOSITIO VI.

Problema.

De Inclinatione tabellæ parallela.

Voco hic inclinationem tabellæ parallelam, quoties ſtriæ corporis deſcribendi, ſunt tabellæ parallelæ, vel ſi corpus fuerit circulare, quoties ejus axis manet tabellæ parallelus.



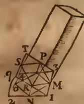
Sit ergo primo deſcribendum priſma quod ita ſit inclinatum, ut ejus duæ ſuperficies ſint parallelæ tabellæ, inſiſtatque uni lineæ. Delineetur in plano horizontali baſis ejus ABDC, (*per praxes 1. hujus*) velimus autem corpus illud inſiſtere lineæ BD, ex centris B, & D intervallo BA, DC, deſcribantur arcus AE, AI. Sitque A E, arcus menſura inclinationis; ducatur radius E H, ſecans arcum CI, in puncto I quadrilaterum B D I E, eſt baſis priſmatis inclinati. Excitentur ad lineas B E, D I perpendiculares BF, E G, I K, longitudo earum eadem quæ fuiſſet ſi priſma verticaliter erectum fuiſſet: moneo tamen lineas BD, EI, FK, dirigi ad punctum principale, cum ſint apparentiæ linearum ad ſuperficiem BG rectarum, ſuperficies autem BG, ſupponitur parallela tabellæ, ergo prædictæ lineæ ad eam ſunt rectæ.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Inclinare priſma, inſiſtens angulo, inclinatione tabellæ parallelâ.

Sit priſma eadem inclinatione inclinandum, ita tamen, ut horizontem tangat in angulo: ſit ejus



Ichnographia viſa ex angulo qualis eſt MNQ, circa quam perſpectivè deſcribatur rectangulum, cujus duo latera I 2, 3 4, ſint parallela lineæ terræ. Ex puncto I, ut centro deſcribantur arcus intervallo IN, I 2; eritque arcus 2 q, æqualis inclinationi; radius q T, ſecabit in puncto convenienti arcum ex 3, ut centro deſcriptum, factoque arcu ex M, ut centro, intervallo MO, habetur punctum S, eodem modo haberi poteſt punctum P aut R. Sic habetur nova baſis MRSP, per puncta SRM, ducantur perpendiculares q I, aut 3 T, cum eadem longitudine quam habuiſſet idem priſma, ſi erectum fuiſſet. Notandum tamen ut prius lineas M3, qT, tendere ad punctum principale.

Eodem artificio delineabis alia corpora irregularia, ſi priùs illa intra priſma rectangulum, cujus baſis directè videatur concluſeris.

PROPOSITIO VIII.

Fulcra corporum inclinatorum inclinatione parallela tabellæ, invenire.

Quia ſæpe fieri poteſt, ut corpora alioquin bene delineata, quaſi inclinata eſſent inclinatione parallela tabellæ, ſi malè innitantur alteri corpori, illudque attingant in loco non oppoſito, non

videbuntur

videbuntur inclinata eo modo quo sunt, ideò non abs te fuerit docere methodum eorum fulcra in-



veniendi. Sit ergo descriptum tale prisma A B C, ex puncto B, quo innititur, ducatur linea B E horizonti parallela, attingens parietem in puncto E, per quod ducatur linea verticalis E F, occurrens lineæ B I in puncto I, dico tale corpus inniti parieti in puncto I.

Demonstratio. Inclinatio ex suppositione est tabellæ parallela, ergo linea B I est in plano verticali per BE ducto, sed pariter linea EI, est in eodem plano, ergo punctum I in pariete, est verè punctum cui innititur corpus.

Non hic multiplico exempla, quia hæc materia satis mihi facilis videtur, unum tantum moneo, quotiescumque pyramides, cylindri, aut coni eo modo inclinantur, esse peculiarem rationem habendam eorum axis; nam si bases quadratis includantur, quod difficile non est, & in centro ita excitetur axis, ut sit inclinatus facilè cætera perficientur.

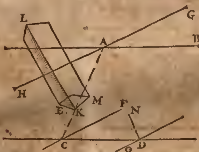
Notandum item in hac inclinatione, lineas quæ ante inclinationem tendebant ad punctum principale, post inclinationem ad illud tendere, quia cum inclinatio illa fiat parallela tabellæ, non mutant suum situm perpendicularem.

Poterat hæc inclinatio fieri per planum inclinatum ad tabellam rectum.

PROPOSITIO IX.

Problema.

De planis ad horizontem inclinatis, & ad tabellam rectis.



Quia animadverto in hujusmodi inclinatione tabellæ parallelâ; basin corporis manere ad tabellam rectam, sicut horizontale planum est pariter ad eandem tabellam rectum, venit mihi in mentem, posse per praxes superioris libri totum negotium absolvi, si nempe tali corpori inclinando, subjiceretur aliud planum inclinatum; monuimus enim suprà, eodem modo operandum esse in planis quibuscumque ad tabellam rectis, ac in horizontali plano. Quod ut manifestiùs fiat, sit punctum principale A, linea horizontalis AB, linea terræ CD; sit excitandum prisma in puncto E, quod inclinare volumus, ducatur radius AEC, secans lineam terræ in puncto C, per quod ducatur alia linea terræ CF, ad priorem inclinata, secundum inclinationem quam dare volumus corpori. Huic ducatur parallela per punctum principale A, quæ vices obeat horizontalis, sit punctum distantiæ B, sintque A G, A H, æquales ipsi AB, puncta G & H, erunt puncta distantiæ respectu plani H G. Sit ergo prisma delineandum, quod innitatur angulo. Fiat ejus basis EKM, cujus latera KM, KE tendant ad puncta distantiæ, cætera perficiantur more consueto. Hoc est linea KL, & illi parallelæ, sint quasi verticales respectu lineæ terræ C F. Si velles aliter detorquere basin E K M, essent assumenda alia puncta accidentalia in linea H G.

Hoc artificio poteris delineare omne solidum, cujus basis erit ad tabellam recta, seu cujus unica superficies erit recta ad eandem tabellam, adhibendo scilicet praxes superioris libri.

Moneo tamen si plura corpora inclinata, innixa eidem horizontali plano verbi gratia ei, cui tabella insistit, delineanda essent; diversas lineas terræ inclinatas ducendas esse. Nam planum quod hic fingimus nihil habet commune cum horizontali plano cujus C D est linea terræ, nisi lineam C F, unde si in puncto N, ejusdem horizontalis plani, cujus CD, est linea terræ, inclinandum esset corpus, eo modo, quo inclinatum est corpus E K M, ex puncto principali A, per punctum N, ducendus esset radius ND attingens lineam terræ C D, in puncto D, per quod ducetur linea DO

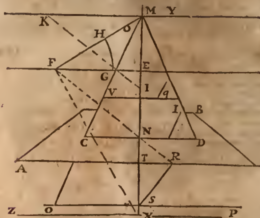
priori

priori parallela, & quæ in describendo tali corpore, vices obibit lineæ terræ. Nam planum inclinatum cujus communis sectio, cum tabella est C F, ex parte F assurgit supra planum horizontale commune, ex alia verò parte infra illud deprimitur. Unde debet fingi aliud planum inclinatum priori parallelum, transiens per punctum N, in quo scilicet delineare volumus corpus illud.

PROPOSITIO X.

Problema.

De Inclinatione ad tabellam recta.



Voeo inclinationem ad tabrllam rectam, quæ fit in plano verticali ad tabellam recto. Hoc est si supponatur corpus esse perpendiculariter erectum, deinde moveatur, ita ut motus ille quo inclinatur fiat in plano verticali ad tabellam recto, vocabitur hæc inclinatio ad tabellam recta. Sicut autem ut aliquod corpus delinearemus, quod staret rectum seu verticale, primò statuimus horizontale planum in quo ejus Iehnographiam, seu basin quærimus, ita etiam, planum inclinatum formabimus, in quo si operari possimus eodem modo quo in horizontali plano, maximum erit compendium; praxes enim superioris libri, erunt huic etiam ntiles & supra illud planum perpendiculares erigemus. Quia tamen perpendiculares ad planum inclinatum, non sunt tabellæ parallelæ, sicut perpendiculares ad planum horizontale ;-seu verticales; concurrent omnes in aliquo puncto, quod etiam assignare debemus. Dantur etiam in iis planis lineæ parallelæ lineæ terræ communi, item hoc habent ista plana quod habent aliquam lineam communem cum plano horizontali, quæ est parallela lineæ terræ. secant item tabellam-, & communis sectio quæ dicetur eorum linea terræ, est etiam parallela lineæ terræ communi, quæ omnia satis per se patent, si attendatur ad ea plana de quibus loquimur. Suponatur enim aliquis habere duos asserculos sibi secundum unam lineam conjunctos, sit autem ea linea parallela lineæ terræ, & asserculus unus sit horizon, alius vero elevetur sensim. Linea immobilis utrique communis, est parallela lineæ terræ, & hic asserculus inclinatus si producatur tabellam secabit, sed hæc adhuc melius intelligentur.

Sit planum horizontale sitque formandum aliud planum, quod versus punctum principale magis assurgat quam planum horizontale, sitque sectio communis illius plani cum horizonte linea C D. Sit punctum principale E, punctum distantiæ F, FE linea horizontalis, AL linea terræ, ex F puncto distantiæ ut centro, intervallo quocumque fiat arcus G H, æqualis inclinationi plani delineandi. Ducatur FHM, secans lineam principalem E M in puncto M. Dico punctum M, esse punctum principale respectu illius plani, hoc est omnes lineas objectivas in illo plano ductas, & perpendiculares ad communem sectionem C D, habere suam apparentiam convenientem in puncto M.

Demonstratio. Intelligatur triangulum F E M, ita erigi ut sit ad tabellam rectum, immotâ lineâ EM, eritquè linea FE ad tabellam recta, (*ex definit. puncti principalis.*) In puncto horizontali quod repræsentatur per N, ducatur perpendicularis ad lineam quam CD repræsentat, hæc erit parallela lineæ F E erectæ. Ducatur item ad eamdem CD, perpendicularis in plano inclinato, (*per def.6.11.Eucl.*) illæ duæ lineæ comprehendent angulum inclinationis prædicti plani cum horizonte, qui angulus supponitur æqualis angulo MFE: igitur linea perpendicularis ad C D, in plano inclinato ducta, est parallela lineæ F M, per oculum F ductæ. Quare perpendicularis ad C D, in tali plano ducta (*per 2. 1. hujus*) convenit in puncto M, & consequenter omnes aliæ illi parallelæ. Quod erat primò demonstrandum.

Secundò ducatur linea F N R, sitque angulus TRS, æqualis angulo MFE, ducaturque OP, parallela lineæ terræ. Ostendo lineam OP, esse communem

munem sectionem prædicti plani & tabellæ. Nam (*per 12.1.hujus*) lineæ NT, TR, perspectivè sunt æquales, ut procedentes ab eodem puncto distantiæ F, & lineæ NS, FM parallelæ sunt, perspectivè scilicet, quia concurrunt in eodem puncto M. Quare anguli MFE, TRS æquales sunt, & cum MFE sit æqualis inclinationi plani, TRS eidem angulo inclinationis æqualis erit. Quare linea cujus MN, est apparentia in plano inclinato ducta, cum linea horizontali quam NT repræsentat, comprehendit angulum æqualem angulo TRS, est etiam linea quam NT repræsentat æqualis lineæ TR ut ostendimus, angulus item quem linea NT repræsentans, cum linea verticali TS comprehendit, rectus est; ergo linea quam MN repræsentat, ulterius producta attingit tabellam in S, quod fateor minùs benè à figura repræsentari.

Sit MK æqualis lineæ MF; dico punctum K, esse punctum distantiæ respectu illius plani; nam si dividenda sit linea MCO, ex natura rei dividi debet ex puncto oculi P, ducendo in puncto O, parallelam lineæ FM, sed pro FM, utamur lineâ KM, æquali ipsi FM, & lineâ OP illi parallela, quæ cum sit communis sectio tabellæ, & plani illius, simul objectiva & perspectiva est.

Si tamen velimus, poterimus uti linea CD, sed in partes minores divisa, ut dividamus lineam MCO, ut jam docuimus (*In prop.4.hujus.*)

Quia autem requiritur præterea, ut lineas ducamus ad tale planum inclinatum rectas, nempè ut perficiamus omnia, quæ in planis ad tabellam rectis præstamus, ducatur ad lineam FM, perpendicularis FX, dico omnes lineas objectivas ad planum illud inclinatum rectas, habere apparentias in puncto X convenientes.

Demonstratio. Intelligatur ut prius linea FM, in stam erecto, nempe linea EF sit perpendicularis ad tabellam, planúmque trianguli EFM ad tabellam rectum, & consequenter totum triangulum MFX, erit ad tabellam rectum, & in tali situ KM, quæ est perpendicularis ad EM, communem sectionem trianguli & tabellæ, ad planum trianguli recta erit (*per 4.def.11.*) ergo omne planum per KM, ductum est rectum ad planum trianguli MFX erecti. Sed KM, est communis sectio plani inclinati, igitur planum inclinatum cujus communis sectio cum tabella est KM, est rectum ad planum trianguli MFX, est autem linea FM, communis sectio prædicti plani, & trianguli ad quam ducta est perpendicularis FX. ergo (*per 4. def.11.*) FX est ad tale planum recta. Sed planum quod in tabella delineamus est parallelum huic plano inclinato, ex suppositione, igitur omnes lineæ quæ sunt ad planum describendum rectæ; sunt parallelæ lineæ FX, & P est oculus; igitur (*per 2. 1. hujus*) omnes conveniunt in puncto X, quod erat demonstrandum.

Restat ut doceamus modum illas dividendi per punctum X, in quo omnes istæ lineæ concurrunt. Ducatur linea XZ, parallela lineæ tertiæ, & æqualis lineæ FX; dico punctum Z, esse punctum distantiæ respectu illarum linearum. Proponatur igitur linea I dividenda, quia difficile est habere punctum in quo linea objectiva cujus linea I, est apparentia, attingit tabellam, quod dicimus necessarium esse, ad divisionem alicujus lineæ. Utere ergo linea CD, sed jam divisa in suas partes perspectivas licèt minores, & ductis ex puncto Z, per singula divisionum puncta, lineis occultis linea I divisa erit, si autem alia linea verbi gratia q, dividenda esset, utendum esset parallela Vq, in partes adhuc minores divisa.

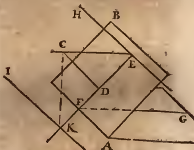
Inveniemus autem facilè apparentias cæterarum linearum, in eo plano ductarum, & ad communem sectionem illius cum tabella obliquarum, nam praxes communes suam vim obtinent: verbi gratia sit ducenda in eo plano linea, quæ cum perpendicularibus ad lineam tertæ quemcumque angulum comprehendant. Fiat linea MK, æqualis lineæ MF; distantiæ scilicet puncti M, ab oculo; fiatque angulus MKI qualem desideramus; dico omnes lineas in plano hoc inclinato ductas, ad punctum I, cum lineis perpendicularibus ad lineam tertæ, comprehendere angulum æqualem angulo MKI; ad quarum linearum divisionem, si linea KY sit æqualis lineæ KI, punctum Y erit punctum distantiæ, respectu linearum in puncto I concurrentium.

PROPOSITIO XI.

Problêma.

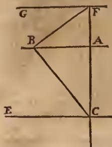
Omnes apparentias invenire quoties tabella est inclinata.

Non tantùm pictura exercetur in plano verticali, seu ad horizontem recto, sed etiam potest usurpari in plano quocumque, quoties in plano leges planorum inclinatorum observandæ sunt. Sit enim oculus in C, ducatur perpendicularis CD, hæc non dabit horizontalem lineam, ducatur linea horizonti æquidistans per oculum quæ sit CE, & æquidistans FG, in plano horizontali ductæ, & perpendiculari ad FA, communem sectionem plani horizontalis, cum tabellâ, hæc linea CE attingat tabellam in E, punctum E erit concursus omnium linearum parallelarum lineæ FG (*per secundam 1.hujus*) fiat HE æquali ipsi EC, punctum H erit punctum distantiæ. Per oculum C ducatur linea verticalis CK, in puncto K, concurrent omnes apparentiæ linearum verticalium, quæ in tabellâ verticali, verticales erant, & parallelæ; ductâque linea KI, parallela lineæ AF, factâque KI, æquali ipsi CK, erit I punctum distantiæ, è quo dividi poterunt, omnes apparentiæ linearum verticalium, quas diximus concurrere in puncto K. Pariter in linea horizontali HB inveniuntur omnia puncta accidentalia, linearum horizontalium.

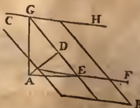


Moneo autem ea omnia, quæ diximus propositione 10.

positione 10. de plano magis assurgente versùs punctum principale, proportione quâdam intelligenda esse, de plano magis depresso.



Sit ergo punctum principale A, linea horizontalis AB, punctum distantiæ B, sitque aliquod planum magis inclinatum, & declive versùs partes A, quam planum horizontale, facto angulo ABC æquali, inclinationi prædicti plani cum horizontali plano, erit punctum C, quasi punctum principale respectu illius plani, hoc est omnes lineæ in tali plano perpendiculares ad ejus lineam terræ, seu communem illius sectionem cum tabella, concurrent in puncto C, linea CE erit quasi ejus horizontalis; factâque CE, æquali ipsi CB, erit punctum E, punctum distantiæ necessarium ad earum divisiones. Fiat angulus CBF rectus, in puncto F, concurrent omnes lineæ ad illud planum rectæ; fiat linea FG æqualis lineæ BF, erit G punctum distantiæ, necessarium ad divisiones illarum linearum, concurrentium in puncto F, quæ omnia patent ex dictis.



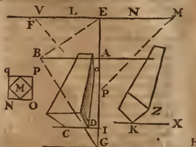
Hac ultima notatione utendum erit, quoties tabella inclinata erit versùs oculum. Sit enim oculus A, tabella inclinata BC, ita ut linea perpendicularis ab oculo, ad tabellam sit AD, linea autem ab eodem oculo ducta, & horizonti æquidistans sit AE, per quam ducatur horizontalis EF; dico in puncto E, concurrere omnes lineas horizontales perpendiculares ad communem sectionem plani horizontalis & tabellæ, si fiat EF, æqualis lineæ AE, erit punctum F punctum distantiæ, per oculum A. Intelligatur duci linea verticalis AG, attingens lineam ED, productam in puncto G, (*per secundam 1. hujus*) omnes apparentiæ linearum verticalium concurrent in puncto G, si fit GH, parallela lineæ EF, & æqualis lineæ AG, F erit punctum distantiæ, dividendis lineis verticalibus accommodatum.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Praxis superioris doctrinæ.

Quia difficile nonnullis videretur tot plana excogitare, ut melius percipiatur praxis; sit punctum principale A, punctum distantiæ B, sit supra lineam CD in horizontali plano positam describendum prisma, quod magis elevetur versùs punctum principale A, quam horizontale planum. Fiat angulus ABE, æqualis angulo quem prisma com-



prehendere debet cum plano horizontali: per punctum E ducatur EF, parallela lineæ terræ, & æqualia lineæ BE, erit punctum F punctum distantiæ: fiat item angulus ABG rectus, & linea GH, sit lineæ terræ parallela, & æqualis lineæ BG, punctum H erit punctum distantiæ respectu linearum in puncto G concurrentium. Sit igitur supra lineam CD, in horizonte positam, describendum tale prisma productâ lineâ CDI, & divisa in partes suas minores tamen, ex puncto distantiæ F determinabis longitudinem radiorum DE, CE, habebisque punctum O. Per puncta C, D, O, duc lineas ad punctum G, divides autem eas ex puncto distantiæ H, utendo linea CDI, in suas partes divisa. Et hoc modo perfectum erit prisma, quod magis elevabitur quam horizon versùs punctum visûs.

COROLLARIUM I.

Si è contrà velles illud prisma elevare, & inclinare in partes anteriores, dum inclinatur versùs respicientem, ejus basis assurgit versùs punctum visûs: unde si linea DK, & aliæ ipsi parallelæ fierent longiores, nempè quæ concurrunt in puncto G determinent longitudinem, & quæ concurrunt in puncto D nempe DO, KS, latitudinem, habebis prisma inclinatum in partes anteriores, id est versus respicientem.

COROLLARIUM II.

Si quis desideraret prisma, quod horizontale planum tangeret tantum in uno puncto, seu angulo, & quod pariter elevaretur ad partes, puncti principalis, magis nempè quam horizon illius plani, basis includatur quadrato, ut vides in figura M, deinde prisma cujus basis NOPq sicut prius delineetur, quod nempe horizontem tangat in linea NO.

COROL

CORÓLLARIUM III.

Quando autem delineandum est prisma, quod non inclinetur directè, versus punctum principale, sed ad latera, ita tamen ut una ejus superficies maneat in plano directè inclinato versus punctum principale, atque adeo quod horizontale planum tangat in uno tantum puncto. Sit illud punctum K, assumaturque punctum accidentale M, ad quod tendere debeant aliquæ lineæ illius prismatis, oportet invenire aliud punctum accidentale ad quod dirigi debeant aliæ lineæ, cum prioribus facientes angulum rectum, volumus aliquam prismatis superficiem coincidere cum eo plano inclinato. Sit linea EP, æqualis lineæ EB, & ad lineam PM, ducatur perpendicularis PV, punctum V erit punctum accidentale contrapositum. Sit linea ML, æqualis lineæ MP, & linea VN, æqualis lineæ VP, punctum L erit punctum distantiæ ad dividendas lineas tendentes in punctum M, sicut punctum N, respectu linearum tendentium ad punctum V. Ex K ducantur lineæ KV, KM, KG, seu KZ, quæ KZ, dividetur ex H, per lineam KX, divisam in suas partes, KV dividetur ex puncto N, item per lineam KX, KM item dividetur ex L, per eandem KX, in plano horizontali ductam, & jam in suas partes divisam.

Atque hoc modo perficiemus ea omnia quæ in hoc plano magis elevato, quam sit horizontale planum, nec difficilius operaremur in plano minus elevato quam sit horizontale planum.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

De Plano magis elevato quam horizontale planum, in quamcumque partem voluerimus.

Sit exprimendum seu delineandum planum, primò quod sectionem communem cum horizontali plano habeat lineam AB, quæ producta secet lineam horizontalem in puncto C, certum est omnes lineas huic communi sectioni parallelas concurrere in puncto C. Ad hanc lineam ducatur perpendicularis perspectivè in plano horizontali quæ sit AD, si velimus autem planò, quod 30 gradibus magis elevetur, quam horizon versus illam partem, sit punctum principale E, distantia oculi ab eo EF, sitque DG, æqualis lineæ DF, fiat angulus DGH graduum 30, dico si ex A & B, ducantur lineæ AH, BH, formari planum nempe per AB; AH ductum, quod cum horizontali comprehendat angulum graduum 30.

Demonstr. Intelligatur linea EF, erecta perpendiculariter ad tabellam, æqualis erit distantia ab oculo ad punctum D, in tali situ lineæ DF & DG, illi æquali; angulus item HDF, in tali situ rectus est. Nam linea DF, in tali situ est in plano horizontali, ad quem linea verticalis recta est; igitur linea quæ ab F ad G duceretur cum linea DF, hoc est cum horizontali aliqua linea angulum comprehendit graduum 30. & omnes lineæ quarum apparentiæ concurrunt in puncto H, similem angulum comprehendunt cum plano horizontali. Sunt enim parallelæ illi lineæ FH, intelligendo semper lineam FE, esse in situ erecto ad tabellam; igitur linea BH, AH, perspectivè tale efformant planum, ad quod planum pertinet etiam linea AC; quare si duceretur linea HC, hæc haberet respectu talis plani vicem horizontalis lineæ. Et quia AB, quæ est perspectivè in plano horizontali attingit lineam terræ in puncto I, si per punctum I, duceretur parallela lineæ HC, hæc haberet vicem lineæ terræ respectu talis plani, & puncta H, & C essent accidentalia. Pariter si ex puncto E, ad lineam HC duceretur perpendicularis, punctum in quo eam secaret esset punctum principale respectu illius. Sed ne confundamus figuram, cum hujusmodi lineis non indigeamus ad divisionem linearum AH, BH eas non duximus, cum per parallelas lineæ terræ communi ductas, in punctis A & B, id possimus præstare. Quare per punctum H, ducatur linea HM, parallela lineæ terræ, & æqualis lineæ quæ est inter H & oculum, seu punctum F, hoc est lineæ HG, dico punctum M, posse habere vicem puncti distantiæ necessarii ad divisionem linearum AH, BH.

Secundò ducatur linea GO, perpendicularis ad GH, attingens lineam HO, in puncto O; dico omnes lineas in puncto O concurrentes, esse perpendiculares tam ad lineas in puncto C concurrentes, quam ad lineas transeuntes per punctum H. Et primò quidem per punctum H ostenditur, nam omnes lineæ quarum apparentiæ transeunt per punctum H, sunt parallelæ lineæ quæ ex oculo ad H, duceretur; item omnes quarum apparentiæ transeunt per O, sunt parallelæ illi quæ ex oculo transiret per O. Cum ergo quæ transit ex oculo per H, sit perpendicularis ad eam quæ ducitur ex oculo per O; nam idem sit angulus in oculo qui fit in puncto G, lineæ quarum apparentiæ transeunt per O, secant perpendiculariter illas quarum apparentiæ transeunt per H, sunt etiam perpendiculares ad eas quæ transeunt per punctum C. Nam lineæ omnes quarum apparentiæ transeunt per H & O, sunt in plano verticali eodem, ad quod lineæ ex C, cum linea AD, fuerit facta perspectivè ad AC perpendicularis.

Restant dividendæ lineæ quæ ducentur ad punctum C, illæ dividentur ex puncto P, quia CP æqualis est lineæ CF, distantiæ puncti C ab oculo, quæ eadem est, ac linea CF, & quia CP, parallela est lineæ terræ, utendum erit linea terræ aut aliqua illi æquidistante, in suas partes licèt minores divisa. Ut dividantur lineæ in punctum O concurrentes, oportet accipere distantiam quæ est à puncto O, usque ad oculum, ut fecimus circa

circa punctum H, quæ transferatur in parallelam OR.

COROLLARIUM.

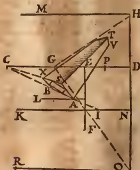
Si verò deberet priſma tangere horizontem tantum in angulo, ita ut ejus ſtriæ tenderent ad punctum H, & nulla linea cum horizontali plano congrueret, el circumſcribendum foret quadratum quod ejus angulos tangeret, & ſecundùm lineam integram coincideret cum horizontali plano, ut jam docuimus ſupra.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Praxis præcedentis propoſitionis.

Inventis tribus accidentalibus punctis C, H, O, & eorum punctis diſtantiæ P, M, R, ſit delineandum priſma quod planum horizontale tangat ſecundùm lineam AB, ex punctis A & B, ducantur



lineæ ad punctum H, ad quorum longitudinem determinandam, utendum eſt puncto diſtantiæ M, & lineâ terræ KN, aut ejus parallela AL, in ſuas partes minores diviſa. Sit determinata linea AV. Ex puncto accidentali O, ducantur lineæ OAS, OBX, OVT, unius autem tantum determinetur longitudo, ope puncti diſtantiæ R. Supponendo ſcilicèt quod linea OR ſit æqualis diſtantiæ quæ eſt inter punctum O, & oculum, (defuit autem charta,) invento puncto S, ducatur ad punctum C, linea SX, occurrens lineæ OBX, in puncto X, ducatur item linea STH, occurrens lineæ OVT in puncto T, ex T ducatur linea TC, & ex X linea XH, & perfectum erit priſma, attingens horizontale planum ſecundùm lineam AB, & angulum cum eodem horizontali plano comprehendens æqualem angulo AGD.

COROLLARIUM I.

Vides autem in figura ſi intrà rectangulum AX, deſcriptum eſſet aliud rectangulum, cujus anguli, latera rectanguli AX attingerent, deſcriptum eſſet priſma cujus omnes ſtriæ angulum cum horizonte comprehenderent æqualem angulo HGD.

COROLLARIUM II.

Si lineæ AS, BX fierent longiores, & AV breviores, fieret priſma inclinatum ex parte reſpicientis ex parte oppoſita, cujus inclinatio cum horizonte eſſet complementum anguli HGD, hoc eſt ſi angulus HGD fuerit graduum 30. ejus inclinatio nempè anguli plani AX, cum horizonte eſſe graduum 60.

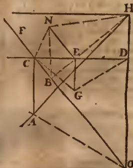
Quia autem poſſet aliquis velle illud idem priſma inclinare, immobili permanente linea AV, ita ut attolleretur ſupra horizontem linea AB, ita tamen ut angulum rectum perſpectivum cum linea AV efficeret; ideo ſequentem propoſitionem adjungo, in qua data apparentia alicujus lineæ, & puncto ejus accidendali, doceo modum aſſignandi omnes apparentias linearum cum ea angulum rectum componentium.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Datâ apparentiâ lineæ quomodolibet inclinatæ, & ejus puncto accidentali, aſſignare apparentias omnium linearum, angulum rectum componentium, cum ea & earum puncta accidentalia.

Sit qualis in ſuperiori figura linea AH quomodolibet inclinata ad planum horizontale. Sit punctum principale E, diſtantia oculi ab eo, æqualis lineæ EN, linea horizontali EC, ad quam ea-



dat perpendicularis HDO. Ex puncto H, per punctum principale E, ducatur linea HEB, ad quam ſit perpendicularis EN, æqualis diſtantiæ oculi à tabella, ducaturque linea HM, ad quam ſit perpendicularis NB, attingens lineam HEB, in puncto B, per quod ducatur ad HB, perpendicularis BC; dico in ea producta eſſe puncta accidentalia omnium apparentiarum, repræſentantium lineas perpendiculares, ad eam cujus AH eſt apparentia. Primò quidem oſtendo punctum B, eſſe punctum accidentale, ex quo lineæ ductæ, erunt apparentiæ linearum perpendicularium perſpectivè ad lineam AH, ſupponatur triangulum HNB ita erigi, ut ſit ad tabellam rectum, hoc eſt punctum N, cum oculo coincidat.

Demonſtratio. Cum BC, ſit perpendicularis ad BH, communem ſectionem plani HBN, & tabellæ, (*per 4. def. 11.*) erit CB, ad planum trianguli

guli HBN recta, quare (*per* 18.11.) omnia plana per ipsam ducta, quale est planum C B N, sunt recta ad planum trianguli HBN, ad quorum communem sectionem BN, fit ducta perpendicularis H N. (*per* 4. *def.* 11.) hæc erit recta ad planum per CB, BH ductum, unde angulus CNH rectus erit, sicut BNH. Intelligantur ergo duci ex puncto accidentali C plurimæ lineæ, ad lineam AH, verbi gratia CA, dico angulum CAH, esse apparentiam anguli recti, cum enim ex oculo N, cadat in tabellam linea NC, apparentiæ omnium parallelarum ipsi CN, concurrent in puncto C, igitur CA sumi potest pro apparentia parallelæ ipsi CN; pariter cum ex oculo N, ad tabellam ducta sit linea NH; AH, potest sumi pro linea ipsi parallela, ergo lineæ CA, AH, sumi possunt pro apparentiis linearum parallelarum lineis C N, N H, sed lineæ CN, NH, angulum rectum comprehenduot; ergo C A H est apparentia anguli recti, quod erat demonstrandum.

Cum autem lineæ quarum punctum accidentale est in C, sint lineæ horizontales; linea CA erit in horizonte, unde si velit aliquis lineam elevatam supra horizontalem, & angulum rectum comprehendentem; quærendum esset punctum accidentale supra horizontalem CD, sed semper in linea CO, verbi gratia in puncto F, si quis autem velit lineam descendentem infra horizontem quærat infra punctum C.

Notandum item posse dari lineas perpendiculares ad eam cujus AH est apparentia, quæ sint parallelæ tabellæ, & illæ erunt parallelæ lineæ CB; nam si in plano FBN, per oculum N, ducatur parallela lineæ CB, quæcúmque linea objectiva illi parallela; etiam parallela erit tabellæ, & habebit apparentiam sibi parallelam, & consequenter parallelam lineæ C B.

Quare hâc propositione, datâ quâlibet lineâ inclinatâ ad horizontem, dabimus apparentiam aliarum linearum cum ipsis angulum rectum perspectivum comprehendentium, & seligemus dum opus erit, eas quæ inclinatæ erunt ad horizontale planum, quod erit inferius usui, ut videbimus in praxi.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Datis punctis accidentalibus duarum linearum, angulum rectum comprehendentium; invenire punctum accidentale, tertiæ linea cum utrâque angulum rectum comprehendentis, seu quæ sit recta ad planum per eas ductum.

Vide figuram præcedentem.

Quia pleraque corpora, quorum apparentias delineandas suscipimus, angulum rectum solidum continent; sit autem angulus rectus solidus, ex tribus lineis, quarum singulæ cum aliis angulum rectum comprehendunt, seu quoties, ad planum per duas ductum, in communi concursu ducitur linea ad planum recta. Postquam docuimus modum inveniendi perpendiculares omnes, quæ ad unam duci possunt, & ostendimus, eorum puncta accidentalia esse in linea aliqua determinata; restat ut ex iis punctis accidentalibus, à quibus lineæ ductæ sint perspectivè perpendiculares, etiam ad inventam perpendicularem. Si enim in superiori figura, omnia puncta quæ sunt in linea C D, possunt esse ita accidentalia, ut linea ab iis ducta sit perspectivè perpendicularis ad AH; supponatur selecta fuisse linea CA, oportet autem invenire, punctum accidentale, ex quo ducta linea ad punctum A, sit perspectivè perpendicularis ad utramque, nempè ad AH, AC. Ex puncto accidentali C, per punctum principale E, ducatur linea CED, ad quam sicut priùs sit perpendicularis EG, æqualis distantiæ oculi à puncto principali, ducatur que CG, ad quam sit perpendicularis GD, per D, agatur perpendicularis DO, secans lineam CB, in puncto O, assero punctum O, tale esse, ut omnis linea ab ipso procedens, sit perpendicularis perspectivè ad CA, eadem enim est praxis quâ in propositione 15. Ostendimus omne punctum lineæ CB, tale esse, ut possit esse punctum accidentale, in quo conveniant perpendiculares, quæ duci possunt, perspectivè ad lineam AH. Eâdem ergo demonstratione evincitur punctum O, esse accidentale respectu perpendicularium quæ duci possunt ad CA, sed cum etiam illud pertineat, ad lineam CB, erit accidentale respectu perpendicularium, quæ duci possunt ad CA, igitur si ducatur linea O A, fiet in puncto A, angulus rectus solidus.

Ut habeantur puncta distantiæ, semper accipienda est distantia puncti accidentalis, ab oculo, quæ transferenda est in parallelam lineæ terræ, quâ utendum erit, ad determinandam longitudinem apparentiarum: utimur autem vel parallelis lineæ terræ, vel ipsâ lineâ terræ; quia sæpè nimis difficile est eas producere usque ad lineam terræ. Cum igitur utimur parallela lineæ terræ, ea antea dividi debet in partes suas realiter minores, licèt perspectivè æquales divisionibus lineæ terræ. Sicut fecimus prop. 14.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Nulla apparentia linea quantumlibet producta, pervenire potest ad punctum suum accidentale, licèt magis ac magis ad illud possit accedere.

Ut meliùs natura puncti accidentalis innotescat, comprehendo autem sub nomine puncti accidentalis, etiam punctum principale, & puncta distantiæ: intelligo igitur per punctum accidentale, omne punctum in quo apparentiæ linearum objectivarum parallelarum conveniunt. Dico ergo nullam apparentiam lineæ, pervenire posse usque ad punctum illud accidentale, licèt possit ad illud semper accedere. Hoc est quantumlibet linea objectiva in infinitum, magis, & magis producatur, fiet quidem longior ejus apparentia, nonquam tamen coincidet cum eo puncto ad quod diriguntur apparentiæ reliquarum parallelarum. Quod facillimè in puncto principali ostendemus, cum enim punctum principale sit in plano verbi gratia horizontali per oculum ducto, si linea ad tabellam recta, & in plano horizontali, cui insistit tabella ducta, quantumlibet producatur, ejus quidem apparentia magis, ac magis accedet ad punctum principale; quia intervalla parallela à longè visa, semper spectantur sub minori angulo, numquam tamen, si mathematicè loquatur coincident. Quod idem est ac dicere: Apparentia lineæ infinitæ finita est.

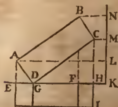
Quamvis ea quæ hactenus de punctis accidentalibus diximos, sufficere possint, ut corporum quomodocumque inclinatorum apparentias delineare possimus, quia tamen non quicumque perspectivâ indigent, possunt Geometricis principiis insistere, ideo praxes aliquas communes, & intellectu faciliores hic subjungam, forsitan pauld longiores.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Quid sit Ichnographia, solidi inclinati, quid Orthographia.

Etiam si solida inclinata insistant plano horizontali, tantum ratione unius lineæ, quâ illud attingunt, aut etiam unius puncti, atque adeo nullam in eo basin, aut Ichnographiam habere videantur, demissis tamen ex singulis angulis ad planum horizontale perpendiculis formatur eorum Ichnographia, quæ Ichnographia habenda est Geometrica; non potest autem facilè haberi, nisi saltem corporis illius elevati, & inclinati ut par est habeatur Orthographia; quæ Orthographia est quasi basis, & vestigium corporis in plano, verticali directè viso, seo parallelo tabellæ. Hoc est sicut demissæ perpendiculares ad planum horizontale, ex singulis corporis angulis, in eo designant ejus Ichnographiam; ita etiam si ex iisdem corporis angulis ad planum verticale directè, seu ὀρθῶς visum, ducantur perpendiculares, oritur Orthographia. Quoties corpus inclinatum exprimendum est, in quamcumque partem obverti debeat illa inclinatio; primò supponendum est illud inclinatum esse modo facillimo, & superiùs explicato, nempe inclinatione parallela tabellæ. Ut si parallelipipedum inclinandum sit, primò habenda est ejus Orthographia ABCD, quæ inclinetur prout libuerit, si cadant ad lineam EH perpendiculares, habebitur pars Ichnographiæ nempe in linea EH puncta E, G, F, H; cui si adjungas latitudinem corporis HI, habebitur Ichnographia corporis inclinati, quæ semper minor erit, quam si idem corpus jaceret horizontaliter, & quò magis erectum erit corpus, eò minor erit ut patet.



Quatuor ergo nobis præstanda sunt, primum habenda Orthographia. Secundum delineanda Geometricè Ichnographia. Tertium perspectivè delineanda ea Ichnographia, & in eam partem dirigenda ad quam voluerimus inclinationem fieri. Quartum excitandæ perpendiculares, quæ angulorum omnium apparentias habebunt, sed hæc omnia praxis satis ostendet.

Nonnulli ut omnes elevationes in una linea habeant, ex singulis angulis solidi, secundum inclinationem propositam elevati, ducunt parallelas osque ad lineam aliquam verticalem; ut si ducatur linea KN, & à singulis angulis ABCD, ducantur lineæ parallelæ AL, CM, BN: habebuntur omnes elevationes in linea KN, & omnia puncta Ichnographiæ in linea EH. Sed hæc sunt tantum praxes variæ, doctrinam, aut demonstrationem non immutantes.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Parallelepipedi declinantis gradibus 30. & inclinati gradibus 50 apparentiam delineare.

Primò fiat Orthographia talis plani ABCD, sitque angulus CBE graduum 50, tum ex angulis singulis cadant perpendiculares ad lineam EF, quæ pro pavimento sumitur, & quæ contractionem Ichnographiæ notatam habebit. (Nam ut diximus, plana quò minùs inclinantur, hoc est quò minùs recedunt à perpendicularibus eò breviorem habent inclinationem.) Sint igitur puncta notata FBGH. Sit item linea EL, in quam ducantur lineæ parallelæ notantes puncta I, K, L, ponatur autem corpus illud quod describimus, triplam habere latitudinem suæ crassitiei, ita ut latitudo ejus sit æqualis lineæ HM, ejus longitudo sit BC, & crassities sit DC.



Primò incipiendum ab ejus Ichnographia ut diximus. Sit ergo punctum principale N, linea NP æqualis distantiæ oculi à puncto principali; quia autem volumus corpus quod describimus declinare gradibus 30. verbi gratia ad dexteram, fiat angulus NPq graduum 30, erit q punctum accidentale, ad quod tendere debet Ichnographia corporis propositi. Sitque punctum R, aliud punctum accidentale distans nonaginta gradibus, quod punctum R habetur, facto angulo recto qPR, sit item punctum S, punctum distantiæ respectu puncti q, hoc est sit qS, æqualis lineæ Pq, & RT, æqualis lineæ PR, assignetur punctum V, in quo tale parallelepipedum delineandum est, ducatur linea Vq, ad punctum accidentale q, & ex ejus puncto distantiæ S, ducatur linea SVF, attingens lineam terræ in puncto F, ponanturque distantiæ superioris figuræ FB. BG, GH, ex quibus punctis, si ducantur lineæ occultæ ad punctum distantiæ S, dividetur ut par est linea Vq, per

per quæ puncta ducendæ sunt lineæ, ad punctum accidentale R contrapositum, tum ut habeas latitudinem Ichnographiæ, ex puncto distantiæ T, respectu nempe puncti R, duc lineam 1VK, sitque KO æqualis latitudini MH superioris figuræ, ducatur linea OIT, & habebitur punctum I, in linea V I, per quod ducetur linea I q, ita habebitur Ichnographia declinans, quæ omnia desumpta sunt ex secundo libro. In puncto V, per 3 librum excitetur perpendicularis VA, æqualis perspectivè lineæ EI superioris figuræ, in puncto 3, excitetur perpendicularis 3D, æqualis perspectivè lineæ EL, item in puncto 4. excita perpendicularem æqualem lineæ EK; deinque in puncto 5. excita perpendicularem æqualem lineæ E K; tum ducantur lineæ 6 C, C D, D 7 & cæteræ, & perfectum erit parallelepipedum.

Demonstratio. Quoad Ichnographiam, supponitur tota ex libro secundo, docuimus enim methodum describendi quamcumque Ichnographiam, quare verè Ichnographia declinat gradibus 30. Quòd verò parallelepipedum inclinatum sit gradibus 10, ita probatur; cum enim linea 64, æqualis sit perspectivè segmento BH, lineæ terræ, id est lineæ BH superioris figuræ; item linea 4 C, fuerit facta perspectivè æqualis lineæ E K seu HC, item angulus perspectivus 6 4 C sit rectus, nam linea 4 C verticalis est, & consequenter recta ad planum horizontale; sequitur triangulum 6 4 C, esse æquale perspectivè triangulo CBH, & consequenter angulum C 6 H, esse perspectivè æqualem angulo C B H, quem supponimus esse graduum 50.

Notandum hic si benè operatus es, lineas 6 C, AD, & alias parallelepipedi strias concurrere in eodem puncto accidentali. Y, item lineam D7, & alias convenire in puncto accidentali R.

Notandum item, nos eâdem methodo potuisse idem parallelepipedum inclinare in partem oppositam, si nempe in puncto V excitavissemus perpendicularem æqualem lineæ EK, in puncto 6 aliam æqualem lineæ EL, in puncto 4, æqualem lineæ E I, tetigisset enim planum horizontale in linea 35.

Notandum Tertiò non tantum hanc methodum valere ad describendum parallelepipedum tangens horizontale planum, cui tabella insistit, sed etiam in quacumque altitudine; nam loco lineæ BE, in quam fecimus perpendiculares cadere, ponatur alia illi parallela, transiens per punctum N, ita ut altitudo puncti B, sit NE, & puncti A, sit N I, puncti C, sit NK, & puncti D, sit NL, habebimus apparentias parallelepipedi in editiori loco collocati. Eadem tamen manebunt puncta accidentalia.

Si verò sit propositum parallelepipedum describendum cujus nulla linea, seu stria coincidat cum plano horizontali, ut in priori exemplo manente immobili linea 6 C, intelligatur parallelepipedum inverti, ita ut linea D7, non amplius sit horizontalis, nec tendat ad punctum R, sed alius dirigatur, volunt tale parallelepipedum includi intrà aliud, cujus linea aliqua tangat horizontale planum, aut illi parallela sit.

PROPOSITIO XX.

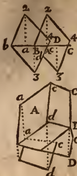
Problema.

Prismatis declinantis, & inclinati item horizontem in angulo tangentis, apparentiam delineare.

Sit prisma quadrangulare, cujus Ichnographia Geometrica. Sit figura A, basis alicujus parallelepipedi, quod ita inclinari volumus, ut tangat horizontem in angulo, & adhuc linea metiens inclinationem sit B C, hoc est ut major fiat irregularitas sit linea B C. Ex singulis ejus angulis ad lineam BC, cadant perpendiculares, habeanturque in eâ, puncta B, A, D, C, inclinetur ea linea pro ut libuerit. Ponatur item crassities prismatis sitque Bb, & perfecto parallelogrammo B C, & singulis punctis tam in horizontalem b E, quam in verticalem EC, ducantur parallelæ, notenturque divisionum puncta.

Notandum autem duplicem basin formari, cum enim prisma nostrum duplex habeat quadratum sibi oppositum, quæ duo quadrata non sibi respondeat

pondent perpendiculariter, ideo duplex basis formatur, quarum prima incipit à puncto b lineæ



b E, & finitur in parvo c, altera incipit à puncto B, & finitur in magno C. Dum elevatur autem totum prisma decrescit longitudo BC, nullo modo decrescit latitudo. Quare si loco lineæ AC primæ figuræ, sumatur linea b e, cum suis divisionibus, & in punctis a & A, excitentur duæ perpendiculares æquales lineæ A 2 primæ figuræ, & in punctis d & D aliæ duæ æquales lineæ D 3, & in punctis e & C. Fiet duplex Ichnographia b234, & B234, quæ per modum unius Ichnographiæ perspectivè delineandæ sunt, pro ut voluerimus prisma nostrum declinare, aut non declinare.

Primò ergo hæc Ichnographia Geometrica in perspectivam mutetur fitque b B d D e C, tunc ex puncto b, excitetur perpendicularis perspectivè æqualis lineæ bb, & in puncto d, alia æqualis lineæ dd, ita in reliquis angulis, & habebis omnes apparentias angulorum quibus prisma perficiès. Si autem rectè operatus fueris, lineæ B D, b d, a e, aut convenient in eodem puncto accidentali, aut si accidat eas esse apparentias linearum parallelarum tabellæ, erunt inter se parallelæ. Idem dicendum de a b, A B, d c, D C; idem de B b, D d, e C, a A.

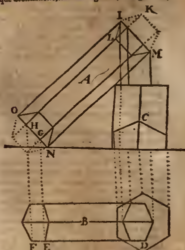
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Prismatis exagoni declinantis, & inclinati innixi alteri prismati hexagono, apparentiam invenire.

Sit sectio prismatis exagoni diagonalis, parallelogrammum A. Sitque figura C, exagonum quod sit basis alterius prismatis, cui priùs innititur. Ducantur ex singulis punctis in quæ cadunt perpendiculares, nempe ex punctis O, H, G, N perpendiculares, denotantes quantum in Ichnographia decrescat linea diagonalis; cæteris suam longitudinem obtinentibus. In Ichnographia autem tantum duo latera videri possunt, quia si exagonum sitatur ex angulo duo ejus latera fiunt parallela. Atque ita perficietur tota Ichnographia composita, ut figura D satis ostendit.

Hæc Ichnographia composita, per praxes secundi libri perspectivè delineetur, cum quacumque declinatione, tum ex singulis ejus angulis erigantur



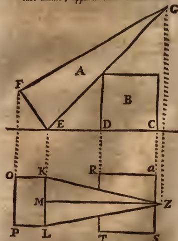
gantur perpendiculares, æquales sibi respondentibus in superiori figura eo modo quo diximus in aliis exemplis.

Si exagono circumscribas circulum habebis cylindrum eodem modo inclinatum, & declinantem.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Pyramidis quadrangularis inclinatæ, declinantis cubo innixæ, apparentiam invenire.



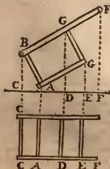
Sit pyramis cujus basis quadratum, illius autem latus sit linea FE, intelligatur ejus sectio verticalis

lis esse figura A, & sectio item verticalis cubi esse figura B, incumbet autem horizonti secundùm lineam aliquam. Inclinetur ad libitum, ductisque ex more perpendicularibus, decrescet latitudo basis, eò quòd E G, sit inclinata, quare ejus basis licèt quadratæ, Ichnographia erit rectangulum, PK cubus autem habebit suam basin eandem, inclinatus enim non est.

Inventa Ichnographia composita, perspectivè delineetur, cum qualibet declinatione, & ex singulis ejus punctis erigantur perpendiculares inventæ per inclinationem Orthographiæ, & habebitur apparentia pyramidis, inclinatæ, & declinatis.

Si autem quadrangularis hæc pyramis, horizontale planum tangeret secundùm angulum, ejus basis, non esset rectangula, sed rhombus.

Quia autem longum esset singula corpora persequi, regula generalis esto. Supponatur corpus illud inclinatum inclinatione parallela tabellæ, secarique plano tabellæ parallelo, in quo ex singulis corporis describendi angulis, cadant perpendiculares, sic enim habebitur ejus Orthographia, Sicut enim Ichnographia formatur dum perpendiculares cadunt in planum horizontale; ita etiam habetur Orthographia corporis, dum ab eo cadunt perpendiculares in planum verticale directè oculo oppositum. Sic autem inclinatum corpus potest variè detorqueri, ita ut puncta in quæ cadunt perpendiculares sint varia. Hæc Orthographia est usui ut habeatur quantum longitudines ex inclinatione minuantur, iisdem manentibus latitudinibus. Hæc item Orthographia, ita inclinata, dat etiam longitudines perpendicularium à singulis punctis ad planum horizontale ductarum. Nam si ab angulo alicujus corporis ad planum verticale, ducatur perpendicularis, cum illa sit horizonti parallela; perpendicularis ducta ab angulo corporis ad horizontale planum, erit æqualis alteri perpendiculari, quæ ab alio extremo perpendicularis ducitur. Atque adeo Orthographia in quam cadunt perpendiculares, duo præstat, Ichnographiam enim decurtatam propter inclinationem exhibet, & longitudinem omnium perpendicularium determinat. Ex quo sequitur quod si Ichnographia sic decurtata, quomodocumque delineetur, hoc est cum quacumque declinatione, à linea terræ; & ex ejus punctis perpendiculares inventis perspectivè æquales excitentur,



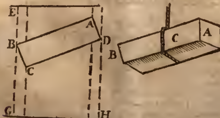
Ut si sedile delineandum sit inclinatum, inclinetur inclinatione parallela tabellæ. Ductis perpendicularibus, decurtantur lineæ, nempe pro linea A B, habetur A C; pro linea B G, habetur linea C D, & ita de reliquis. Latitudo verò sedilis non decurtatur per inclinationem. Unde in Ichnographia linea C C, est æqualis Geometricæ latitudini sedilis; at pro linea BG ponitur BD, quæ minor est, &c. in quo notandum est duplicem quasi Ichnographiam generari, unam partis superioris BGF, aliam partis inferioris AG, quæ exhibetur rectangulo A E.

Hæc Ichnographia perspectivè describatur, cum quâcumque volueritmus declinatione, excitatis enim ex singulis ejus punctis, perpendicularibus, perspectivè æqualibus lineis B C, GD, GE, FF, & aliis, habebimos apparentias angulorum,

PROPOSITIO XXIII.

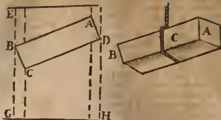
Problema.

De Corporibus in aëre suspensis.



Corpora in aëre suspensa iisdem prorsus praxibus delineantur ac corpora, horizontali plano cui tabella insistit, incumbentia. Primò enim docuimus modum designandi horizontalis plani, quantumlibet ab hoc plano inferiori distantis, in quo eodem modo operandum est ac in eo, nec te moveat quod si planum horizontale, sit altius puncto principali, faciem inferiorem ostendat, in

 eo



eo enim eodem modo operari debes, & ne turbetur imaginatio, invertatur figura, tantum ſi inverſa fuerit tabella, perpendiculares erunt accipiendæ, deorſum; ut reſtituta tabella, ſurſum erigantur, vel dum inclinabitur Orthographia verbi gratia ABCD, loco Ichnographiæ in plano horizontali ſubjecto, fiat Ichnographia (ſi tamen utendum ſit hoc nomine) in plano ſuperiori ductis nempè perpendicularibus BE, DF & aliis.

Si velis uti plano horizontali inferiori, dum inclinabitur Orthographia ABCD, linea ſubjecta perpendiculares BG, DH excipiens, & alias hujuſmodi, removeatur tantum ab Orthographia quantum volumus corpus delineandum diſtare à plano horizontali.

Eadem autem exurget baſis, ſeu Ichnographia decurtata quæ ſimili modo, delineabitur cum quâcumque voluerimus declinatione à lineâ terræ; dum verò in ſingulis ejus punctis, excitandæ erunt perpendiculares, illæ fiant perſpectivè æquales lineis BG, DH & aliis, per Orthographiam inclinatam inventis, & perficietur priſma.

Has praxes per Orthographiam, & Ichnographiam, ex inclinatione decurtatam, licèt univerſaliſſimas invenio operoſiſſimas; unde puto ſatiùs eſſe recurrere ad puncta accidentalia, quæ invenire non eſt adeo difficile, per praxes ſuperiùs allatas; ne quid tamen huic noſtræ perſpectivæ deeſſet, illas tradere volui quantum ſatis; nolui autem exempla multiplicare, in quibus nihil novi afferretur.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

De Suſpenſionis puncto.

Quia nonnunquam funibus corpora ſuſpenſa librantur, ne quid inconcinni appareat, debeat per centrum gravitatis ſuſpendi, hoc eſt in quocúmque ſitu, & inclinatione delineentur; debet fingi planum verticale, per centrum gravitatis tranſiens, & ſecundum planum illud ſuſpendi, corporum autem regularium quæ homogeneæ gravitatis finguntur, idem eſt centrum gravitatis, & magnitudinis, ut ſi priſma AB ſuſpendi debeat; fingendum eſt planum aliquod verticale, in quo ſit centrum gravitatis C, & in eo funis ſupponi, alioquin impoſſibile eſſet, ut corpus in tali ſitu permaneret.

PERSPECTIVÆ LIBER QVINTVS.

De laquearibus & fornicibus.



VPERIORIBVS libris eas tradidimus perſpectiva regulas, aut quæ communes eſſent, aut quæ ad communem tabellarum verticalium ſpeciem pertinerent. Ea in hoc libro præcepta proſequimur, quæ ad picturam horizontalem, aut irregularem ſpectant; id eſt in qua tabella horizontalis eſt, aut alterius cujuſcumque rationis non vulgaris. Quia autem vix unquam, in plano horizontali quod pedibus calcamus, ſed in ſuperiori horizontalium corporum ſuperficie pingimus; eò quòd cum illis ſuperficiebus inſiſtere debeamus, vix ab iis diſtare ſufficienter poſſumus, ut oculos decipiamus; ideo ea præcipuè conſiderabimus, quæ in ſuperioribus contignationibus, & Laquearium tabulatis delineari poſſunt; tum in fornicibus, & arcuatis ſuperficiebus. Si quæ alia occurrent, explicabuntur in decurſu. Incipio autem ab aliquibus notationibus.

ANIMADVERSIO PRIMA.

PRimò animadvertendum eſt, quotieſcumque in planis horizontalibus, tam ſuperioribus, quam inferioribus pingimus, ut in contignatione aliqua plana, verè dari punctum principale. Hoc eſt punctum illud in quod cadit perpendicularis ab oculo ad tale planum ducta. Notandum item demonſtrationes noſtras primo libro traditas, vim

vim suam omnem, respectu talium planorum obtinere. Prima quidem quæ asserit omnem lineam objectivam tabellæ parallelam, habere apparentiam sibi ipsi parallelam, atque adeò omnem figuram in plano tabellæ parallelo descriptam, similem in tabella habere apparentiam, licèt semper minorem.

Sicut ergo circulus verbi gratia, aut quadratum, in plano verticali tabellæ parallelo, descriptum, habet apparentiam, quadratum, aut circulum; ita etiam quæcumque figura, in plano horizontali descripta est; in contignationibus, & tabulatis, eodem modo depingitur, similemque habet inclinationem. Lineæ igitur objectivæ horizontales omnes, utpote tabellæ parallelæ, eundem situm in tabella obtinent, quem in seipsis habent.

Et pro communi earum mensura debet sumi linea quæcumque, quæ simul sit objectiva, & perspectiva.

Quare quotiès aliquid delineandum est in contignationibus, determinandus est locus è quo spectari debeat tota pictura: neque enim possibile est, ut ex omni loco appareat concinnè, & appositè. Cum igitur locum illum determinaveris, sive sit medius locus, sive non, punctum in tabella, oculo hominis in tali loco constituti perpendiculariter respondens, erit punctum principale. Linea enim verticalis ad planum horizontale recta est.

Distantia quæ determinat multa, ut in praxibus superioribus vidimus, est distantia oculi à puncto principali, quæ in lineas aliquas in tabella descriptas transferri poterit. Ut vidimus in perspectivis communibus, eam distantiam transferri in lineam horizontalem, aut verticalem prout ferebant praxes nostræ.

Linea horizontalis propriè loquendo nulla est. Nam linea horizontalis in communibus perspectivis erat communis sectio tabellæ, & plani horizontalis per oculum ducti, sed quando tabella est tabulatum horizontale, nulla datur talis communis sectio: igitur nulla est linea horizontalis.

Vicès tamen ejus obibit, quælibet linea per punctum principale ducta, quæ semper erit communis sectio tabellæ, & plani verticalis per oculum ducti.

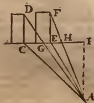
Linea terræ potest esse, quæcumque extremitas tabellæ, cui ducatur per punctum principale parallela, quæ munus obeat lineæ principalis. Unde si in medio tabulati, seu contignationis, fuerit punctum principale, quæcumque contignationis extremitas erit linea terræ suam habens lineam horizontalem sibi respondentem, multiplicantur enim ad libitum lineæ horizontales, aut pro horizontali sumptæ, in quas transferetur eodem modo distantia, ita ut utrinque sint puncta distantiæ.

Secunda propositio fundamentalis, in hujusmodi perspectivis habat locum cum sit universalis, & nullo modo affixa tabellis verticalibus, nempe si detur linea objectiva, non parallela tabellæ, cui per oculum ducatur parallela tabellam attingens, fore ut ejus apparentia per illud punctum transeat.

Unde primò omnis linea verticalis objectiva, habet apparentiam transeuntem per punctum principale; quia linea ducta ab oculo ad punctum principale, perpendicularis est ad tabellam quæ horizontalis est, igitur verticalis est, & parallela verticalibus; ergo omnes lineæ verticales tendunt ad punctum principale. Sic columnæ omnes, apparentiæ hominum stantium, omnia prismata erecta, fiunt radii, eorumque apparentiæ quò magis accedunt ad punctum distantiæ, fiunt graciliores.

Bases omnes corporum insistentium horizontali plano, suam servant figuram, quod si insistant ipsi plano tabellæ, nempè contignationi suam etiam magnitudinem servant.

Pariter lineæ omnes ad puncta distantiæ ductæ, sunt apparentiæ, linearum objectivarum cum linea terræ angulum semirectum comprehendentium.



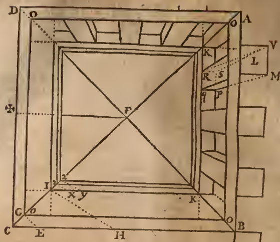
Mirantur nonnulli quod in hoc genere perspectivæ objecta, propiora sæpè habeant apparentiam minorem, eò quòd magis obliquè oculo objiciantur. Sit enim oculus in A; duo objecta æqualia CD, EF, punctum principale sit I, clarum est apparentiam C G, corporis CD remotioris; majorem esse quam E H, apparentiam corporis vicinioris EF, quia nempe EF magis obliquè oculo objicitur; neque hoc mirum videri debet cum in communibus perspectivis id accidat. Nam si linea C I fiat verticalis primaria, sintque duæ lineæ objectivæ CD, EF horizontales, & æquales; CD quæ magis distat ab oculo I, majorem habet apparentiam; quia tamen licèt ab oculo magis distet, in tali casu non distat magis à pedibus nostris; ideo non censetur magis à nobis distare, sicut in perspectivis horizontalibus.

PROPOSITIO I.

Problema.

In tabulato horizontali quadratum parastadibus item quadratis instructum delineare.

Primò fiat quadratum ABCD, quantum volumus, quia autem volumus illud instruere parastadibus quadratis, circa illud depingantur variæ quadrata, quæ supponantur esse bases parastadum, sit punctum principale in medio quadrati; nempè ductis diagonalibus AD, CD, se intersecantibus in puncto F, sit punctum principale F, seligatur ad libitum linea CD, pro linea terræ, & linea F †, sit linea distantiæ, quæ debet esse major quam in figura expressa sit. Primò in linea terræ CD, sit CE, crassities tabulati, neque enim possunt parastades insistere superficiei tabulati indivisibili, sed addenda est aliqua crassities, sit deinde EH, altitudo parastadum incipiendo nempè ab E, ducantur duæ diagonales ad punctum distantiæ †, eruntque (*per 12. r. hujus*) CG, CE; E H, GI, perspectivè æquales. Per puncta G & I ducantur lineæ parallelæ lineis AD, CD, perficiantur



clanturque quadrata, habebiturque altitudo omnium paraſtadum quas ita perficies. Verbi gratiâ ſit perficienda paraſtas ſupra quadratum L, ducantur ex MV, radii ad punctum principale E, uſque ad lineam I K, quam jam antea duximus; ducantur item radii ex punctis reliquis, occulti tamen, & ex P & q, ducantur duæ parallelæ lineæ horizontali, occurrentes radiis TR, VS, in punctis R & S, formabiturque ſecunda baſis PqRS. Producatur linea RS, occultè tamen uſque ad diagonales, hæc determinabit omnium paraſtadum baſin ſuperiorem; unde ductis ex ſingulis baſium angulis, lineis, uſque ad lineas formantes quadrata, jam deſcripta, perficientur paraſtadum apparentiæ. Si velis coronidem aliquam paraſtadibus imponere cum aliqua craſſitie, hæc in puncto H, lineæ terræ notanda eſſet; vel in linea I V, ſed debet jam eſſe diminuta; ductiſque ad punctum principale †, diagonalibus, habebis in radio IF, puncta 22, per quæ perficienda erunt quadrata. Et hoc modo habebis apparentiam paraſtadum, & coronidis impoſitæ.

Demonſtratio. Primò certum eſt baſes paraſtadum, benè exprimi per quadrata, quia verè ſunt in plano horizontali, & parallelo ſaltem tabellæ; dixi ſaltem, nam inferiores, ſunt in ipſo tabellæ plano. Item data G I, longitudine unius paraſtadis, per lineam I K, benè determinantur omnes, volumus enim paraſtades eſſe æquales, & diximus alias inter parallelas intercipi in radiis, apparentias linearum æqualium. Nihil eſt ergo quod non ſequatur regulas communes.

Dum autem accidit, ut punctum principale ſit extra tabellam, aut magis ad unam partem accedat, quam aliam, loco diagonalium, ducendi ſunt radii, ad punctum principale, & tunc in una parte longiores ſunt paraſtades, quàm ex aliâ, licèt earum apparentiæ lineis parallelis comprehendantur. Hoc melius concipietur ſi quis hæc præcepta revocet in praxin.

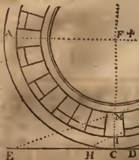
Poterant loco paraſtadum columnæ delineari, ſed tunc loco baſium quadratarum, circuli æquales formandi erant. Determinata autem, & inventa altitudine I, immo ſi velis facto circa unum circulum, quadrato L, & invento quadrato reſpondente PR, ductis duabus diagonalibus invenietur centrum, tam quadrati, quam circuli inſcribendi, per quod centrum ductâ parallelâ, & perfecto quadrato in iis lineis invenitur centrum omnium baſium ſuperiorum. Reliqua ſunt ſimilia.

PROPOSITIO II.

Problema.

Circularis ſpecula paraſtadibus quadratis, aut columnis ornata, apparentiam in ſuperiori contignatione delineare.

Primò fiat circulus ABC, ſecundùm magnitudinem tuæ ſpeculæ, ponatur ejus centrum F, eſſe



punctum principale. Sit linea F †, vices obiens lineæ horizontalis, & E D illi parallela ſit linea terræ,

terræ, craſſities tabulati ſit CH, & HE, altitudo paraſtadum, ductis ad punctum diſtantiæ diagonalibus, habebitur in radio CF, linea CI, pro craſſitie tabulati, & linea MI, pro altitudine paraſtadis. Poteſt item addi aliqua craſſities coronidi, quæ paraſtadibus imponitur, latitudo paraſtadum eſt arbitraria; & quia quadratæ ſupponuntur, coronis eamdem habebit latitudinem, quam paraſtades, niſi velis coronidem illam paulò latiorem. Quæ omnia facilè perficiuntur deſcriptis ex centro circulis, ſtriæ paraſtadum ad centrum ducuntur, nulla niſi unica ſuperficies paraſtadum apparet, quia directè oculo opponuntur.

Eâdem praxi pro paraſtadibus columnas adjicies, quæ nihil habet præ paraſtadibus niſi, quòd media pars baſis ſuperioris circularis apparet, ideoque deſcribenda eſt.

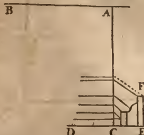
Non diſſimili ratione polygonas pinges ſpeculas, in quibus nihil admodum diverſum eſt, à quadratis aut circularibus niſi figura, quæ ſimilis ſemper tam in baſibus, quàm in coronidibus impoſitis invenitur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Coronidibus hujuſmodi ſpeculas ornare.

Habenda eſt primò ſectio coronidis quæ ſit CEF. Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, linea terræ CD, radius principalis ſeu cadens perpendiculariter in lineam terræ, ſit AC, deſcribatur ſectio coronidis prout eſt in ſeipſa, ſupra lineam terræ CE, ita ut ejus extremitas tangat radium AC, tum ex ſingulis eius angulis ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ B, ſecantes radium AC, aſſeto per illa puncta debere duci lineas formantes coronidem. Quare ſi apertura contignationis, quam delineare vis, & ornare coronide, fuerit quadrata, perficienda erunt ſingula quadrata, ſi fuerit circularis, per ſingulas ſectiones radii AC, deſcribendi erunt circuli.



Demonſtratio facilis eſt. Si enim radium AC, ponas in ſuo ſitu naturali nempè horizontali, ſeu in contignatione, & lineam CE eleves perpendiculariter, linea AB pertingit ad oculum, nempe oculus erit in B, & ſectio coronidis CEF ſuum ſitum naturalem habebit, in quo ductæ ad oculum B, exhibebunt apparentias in radio AC.

Pariter ſi apertura polygona eſſet, perficienda eſſent ſingula polygona concentrica. Poſito ſemper quòd punctum principale fuerit in centro polygoni.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Aperturam contignationis quadratam coronide, paraſtadibus, & mutulis ornare.



Quia difficile videtur tot ornamenta concinnè hujuſmodi aperturis addere, occaſione coronidis ſuperioris propoſitionis, venit mihi in mentem modus id facillimè exequendi. Habeatur igitur ſectio tam coronidis, paraſtadibus impoſitæ, quam baſis & mutulorum paraſtadibus ſuppoſitorum. Hujuſmodi ſectione habebimus omnes, lineæ terræ parallelas, quibus determinatur tam longitudo paraſtadum, quàm coronidum. In quo tamen notandum eſt, aliquas lineas nonnunquam intertumpi, unde ita duci debent, ut deleri poſſint. Sic igitur punctum principale A, punctum diſtantiæ B,

B,



B, linea terræ DC, radius principalis A C, sit sectio tam coronidis impositæ parastadi E F, quàm parastadis G H, item alterius coronidis G K suppositæ parastadi, & mutuli L. Hæc sectio imponatur lineæ terræ CD; tum ex singulis ejus angulis ducantur diagonales ad punctum distantiæ B, hæ intersecabunt radium principalem A C, in punctis M, N, O & cæteris. Per quæ ducentur lineæ parallelæ, quarum aliquæ interrumpuntur; nempe quæcumque habent aliquid ante se. Ut sit diagonalis procedens ex puncto F, quæ sit FOB, secans radium AC in puncto O, quia ante punctum F, invenitur parastas HG, linea parallela per O, ducta identidem interrumpi debet; pariter si parastadi capitellum imponatur, lineæ parallelæ capitellum componentes in·e rumpi debent. Pariter quæcumque lineæ partem L sectionis repræsentant, interrumpi debent, quia identidem occurrit mutulus. Idem dico de lineis formantibus mutulum, quæ interrumpi debent. Nihil aliud circa hanc praxin notandum occurrit, nisi quod mutulus ut appositè describatur, debeat lineis rectis includi.

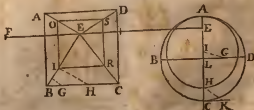
Demonstratio. Si radius A C intelligatur in suo situ naturali, & linea AB descendere, seu esse verticalis cum sit æqualis distantiæ punctum B erit oculus, & parastas H G, & reliqua quæ illi adjuncta sunt, erunt verticalia, hoc est suum situm naturalem obtinebunt. Clarissimum autem est, veram apparentiam alicujus objecti, esse communem sectionem radiorum ab ipso ad oculum prodeuntium cum tabella. Igitur habetur in radio AC, apparentia singulorum angulorum parastadis, coronidis, & mutuli; & cum certum sit totam apparentiam coronidis, quadratam esse, perfecto quadrato, habebitur tota apparentia. Pariter cum extremitates parastadum sint etiam dispositæ in quadratum perfectis quadratis habebuntur omnes apparentiæ.

Quæ demonstratio eadem est cum ea, qua (25. *propos. l. 3. hujus*) corporis solidi apparentiam, sine ulla Ichnographia delineavimus. Sed loquendo sincerè, perinde est sive supponatur corporis Ichnographia, sive Orthographia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Speculam seu aperturam in contignatione quadratam, polygonam, aut circularem delineare, cum punctum principale non est ejus centrum.



Sit ABCD, apertura quadrata contignationis, seu apparentia ejus, sitque E punctum principale EF linea quasi horizontalis, punctum F punctum distantiæ, BC sit linea terræ: in qua ut priùs BG sit crassities contignationis, GH longitudo parastadis, ductis ex punctis G & H, diagonalibus GF, HF, secantibus radium EB, in puncto I: per punctum I ducatur linea O I, parallela lineæ A B, perficiaturque quadratum, dico lineas O I, O S, & cæteras determinare altitudinem parastadum æqualium.

Demonstratio. Certum est, si supponitur quadratum

dratum paraſtadibus ſuppoſitum, & aliud iiſdem ſuperpoſitum; utrumque autem horizontale eſt: ergo habet apparentiam quadratam, nam lineæ,& figuræ in planis tabellæ parallelis deſcriptæ, habent apparentias ſimiles. Item cum quadrata ſupponantur æqualia, & ſibi invicem reſpondentia, eorum anguli erunt in iiſdem lineis verticalibus, atque adeo tectis ad tabellam horizontalem: ſed tales lineæ conveniunt in puncto principali: igitur anguli quadrati remotioris,erunt in lineis AE, DE & cæteris; quare quadratum I S eſt apparentia ſecundi quadrati objectivi, diſtantis à primo, intervallo BI, ſeu BH, illi perſpectivè æquali.

Eadem demonſtratio valet pro omnibus polygonis, quare eadem praxi utendum eſt.

Sit item apertura circularis A B C D delineanda, & ornanda ſicut priùs, ſitque punctum principale E, extra centrum ipſius, & punctum diſtantiæ F; tota difficultas eſt in formando ſecundo circulo, priori parallelo, immo & realiter æquali; quamvis apparentia ſit minor. Sit ergo deſcribendus ſecundus circulus diſtans à priori intervallo CK; ducatur diagonalis K H F, ſecans radium principalem in puncto H, certum eſt circuli deſcribendi circumferentiam tranſire per H. Sit centrum primi circuli,per quod tranſeat linea BD, ducaturque L E ad punctum principale, ſitque LG, æqualis lineæ CK, ducatur diagonalis G I F. Dico punctum I, eſſe centrum apparentiæ ſecundi circuli, quæ apparentia eſt circularis, & tranſit per punctum H.

Demonſtratio. Poſito quod CK,ſit linea terræ; CH illi perſpectivè æqualis eſt (*per 12. 1. hujus*) Factâ autem linea BD,linea terræ,quod etiam fieri poteſt, ſicut enim in puncto C, incipit linea perpendicularis tabellæ eam attingens in C, ita & alia in C cogitari poteſt, in qua ſit centrum ſecundi circuli, factâ inquam B D lineâ terræ, L I erit æqualis perſpectivè lineæ LG, ſeu CK. Ergo in I, erit centrum ſecundi circuli; & ita de aliis.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

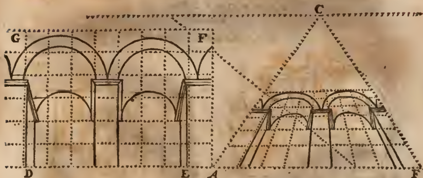
Principium univerſale ad delineandas quaſcumque apparentias in contignationibus.

Nonnulli ad nauſeam exempla hic multiplicant, quæ utplurimum eum nihil novi afferant, repetitioneſque eorumdem præceptorum tantum contineant, lubens prætermitto; ut præceptum aliquod univerſale tradam, nempe quæcumque in contignationibus erecta apparere debent, pingantur eodem prorſus modo, ac in perſpectivis verticalibus perpendicularia ad tabellam delineantur. Ut ſi ordo columnarum exprimendus ſit,pingantur ſingulæ columnæ, ut rectæ ad tabellam, ſeu quaſi tenderent ad punctum principale. Unde homines erecti exhibebuntur, qui in tabella verticali, ut jacentes exprimuntur, quare eædem prorſus regulæ adhibendæ ſunt. Hoc principium qui benè intelliget, non majorem circa contignationes, quam circa verticales tabellas experietur difficultatem.

PROPOSITIO VII.

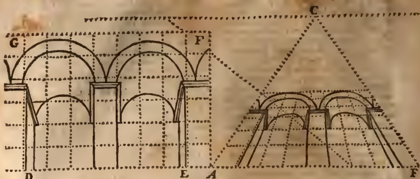
Problema.

Omnem picturam verticalem in horizontalem mutare.



Quia regulæ ſupra traditæ objectis ex lineis rectis, utplurimum conſtantibus adhibere poſſunt, ut ſunt omnia ædificia, iis autem, quæ variè inflectuntur non ita facilè applicantur; debuimus hanc methodum univerſalem tradere, ut qui objectum quodcumque in verticali tabella delineaverit, nullo negotio in laqueatis contignationibus, immò & in irregularibus planis idem præſtare poſſit.

Sit ergo pictura integra in tabella verticali delineata, ita tamen, ut in loco ſuperiori benè appendi poſſit, quod ita intelligo. Quælibet tabella verticalis, etiam quodcumque objectum repræſentans, apta non eſt ut in omni loco collocetur, neque ut ex omni loco ſpectetur. Nam aliquæ tabellæ, ita ſunt elaboratæ, ut punctum principale habeant infra ſe, aliæ vero ſupra, & non tantum quæ ædificia exhibent, ſed etiam quæ alia objecta repræſentant



repræſentant; quod ut in figura humana clariſſimè elucefcat. Si hominis imago debeat ſtatui in loco ſuperiori: inferiores membrorum partes verbi gratia menti, naſi, plantarum & aliæ hujuſmodi apparere debent, non autem ſuperiores, quare ſi habeatur tabella verticalis, ita illam mutabis in horizontalem. Sint verbi gratia duo arcuati fornices, delineati D E F G, pro tabellâ verticali, collocanda, in loco ſuperiori. Hoc eſt cujus punctum principale ſit valde depreſſum, dividatur tabella per lineas occultas, in quadrata quotcunque Geometrica. Tum in contignatione, ductâ lineâ terræ A B ductiſque diagonalibus, fiat ſecundum praxes (*libro ſecundo hujus*) traditas, pavimentum quadratorum directorum, in cujus ſingula quadrata perſpectiva transferantur, quæcumque in correſpondentibus quadratis Geometricis reperiuntur, & abſolutum erit opus.

Demonſtratio. Si tabella verticalis, ſupra contignationem, in ſitu proprio ſeu verticali conſtituatur, objecta in eâ delineata debito modo exhibebit, & conformem objecto imaginem in oculo repræſentabit, cum ea arte, ſit compoſita, & ſecundùm regulas libro ſecundo traditas. Sed eandem imaginem efformat, imago horizontalis formata eo modo, quo diximus, cum enim quadrata deformata in tabella horizontali, ſeu contignatione delineata, eandem imaginem in oculo producant, quam quadrata Geometrica verticaliter diſpoſita, reliqua objecta in ſingulis quadratis deformatis delineata eandem etiam imaginem efficient, quam producunt objecta in quadratis Geometricis depicta.

Atque hoc modo omnem poteris abſolvere picturam in contignationibus, modò tamen eadem objecta habeas delineata in tabella verticali.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

De Fornicibus & planis irregularibus.





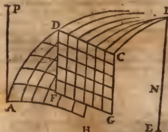
Sæpe accidit ut tabella plana non ſit, ſed conſtet ſuperficie circulari, Ellyptica, aut alia quavis, immo ſæpe conſtet ex pluribus ſuperficiebus planis, aut curvis, ita tamen irregularibus, ut operoſum ſit, & ſæpe impoſſibile punctum principale, lineam horizontalem, puncta diſtantiæ aſſignare, unde ad praxin univerſaliſſimam recurrendum eſt.

Primò ergo vel ſuperficies quæ vicem habet tabellæ, hoc eſt in qua pingendum eſt, multùm habet de verticali, vel multùm habet de horizontali, hoc eſt vel ita objicitur oculo, ut interjiciendo planum verticale, commodiſſimè occultari ab eo tota poſſit; vel ita ab oculo reſpicitur, ut non niſi à plano horizontali occultari poſſit. Si hoc ultimum; primò habeatur, pictura aliqua in tabella ſeparata, ſive ejuſdem magnitudinis, cum fornice verbi gratiâ, ſive inæqualis, quæ ſit delineata

neata pro plano horizontali, nempe pro contignatione plana, sive (*per praxin superioris propositionis*) sive quovis alio modo, sitque hæc rectangulum BE, dividatur imago in quotcumque quadrata Geometrica æqualia, tum fornix in totidem quadrata dividenda est, quæ quidem quadrata deformata erunt, & irregularia. Facilè tamen ope filorum id exequeris. Si enim fila extendas verbi gratia ex H in I, ex F in G, si respicias ex loco determinato, quam partem fornicis singula fila occultent, quod facilè habere poteris, vel ipso oculo, vel de nocte, adhibendo facem in loco oculi spectantis: habebis quadrilatera deformata, eandem in oculo imaginem producentia, quam quadrata horizontaliter disposita.

Tum objecta in singulis quadratis horizontalibus depicta, transferes in quadrilatera respondentia & habebitur totum opus absolutum.

Si verò facilius sit, totam superficiem irregularem, in qua delineare aliquid volumus, tegi, plano verticali. Prius haberi debet tabella verticalis, in quâ, per regulas supra traditas delineabis ea quæ in superficie irregulari pingenda sunt; at sit fornicis portio A B C D, spectata ab oculo E, ita ut tegi possit plano verticali C D F G, cujus punctum principale sit punctum H. Delineentur



igitur in plano verticali CDFG, quæcúmque volueris objecta, ita tamen ut punctum principale sit in H. Idem præstare poteris in alia minori tabella; modò punctum principale sit infra illam, in æquali proportionaliter distantia. Tabellam ita depictam divide ut priùs in quadrata, tum ab oculo E ad superiorem fornicis partem, ducatur linea verticalis EI, & habebitur punctum I, quod usui erit ad dividendam portionem A B C D, in quadrilatera respondentia quadratis tabellæ C D F G. Quod ut melius intelligatur, concipe in puncto E collocatam esse facem accensam, & tabellam CDFG, ita esse vacuam, ut solæ restent lineæ, quæ sunt latera quadratulorum; hoc est pro lineis extensa sint fila, quorum umbræ cadant in fornicem, & forment quadrilatera irregularia, eandem visionem in oculo efficientia, quam quadrata tabellæ CDFG, ut satis per se patet. Restat igitur dividēdus fornix in ea quadrilatera Certum est autem cum lineæ FD, GC, supponantur verticales, seu ad horizontem rectæ, omnia plana per ipsas ducta (*per* 18. 11.) esse ad horizontem recta, seu verticalia, quare si per quamlibet illarum lineaum, & per oculum E, intelligatur duci planum aliquod; illud necessariò erit planum verticale, in quo plano invenietur umbra, ejusdem lineæ, sed omnia plana verticalia, quæ transeunt per oculum E, habent communem sectionem lineam E I: igitur omnes umbræ linearum DF, FG, & aliarum ipsis parallelarum, conveniunt in puncto I. Non est autem difficile datis tribus punctis ejusdem plani, illud producere quantùm libuerit communi methodo in Gnomonicis tradenda. Sic enim producendum planum E D I, extendatur filum E D, tum ex puncto I, aliud filum producatur, quod prius filum radat, in quocumque puncto; & sic productum dabit in fornice punctum pertinens ad tale planum. Hâc methodo habebis lineas ascendentes, seu verticales.

Ut habeantur umbræ linearum transversalium, linea AP, quæ post fornicem intelligitur dividenda est in partes æquales, vel linea FD, poterit autem appendi filum in puncto D, divisum per nodos, atque ita habebis quadrilatera, respondentia quadratis sui prototypi.

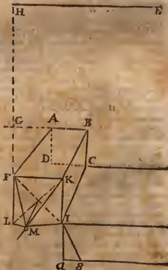
Demonstratio. Singula quadrilatera sunt umbræ quadratorum sibi correspondentium, igitur appellent ad oculum E, per easdem lineas per quas quadrata prototypi ad eundem oculum E perveniunt; ergo objecta in illis quadrilateris depicta, eandem in oculo visionem efficient, quam producerent eadem objecta in prototypi quadratis depicta.

Simili methodo utemur, quoties aliquid delineandum erit in pariete, etiam verticali, sed ita obliquè spectato, ut punctum principale in eo inveniri non possit.

PROPOSITIO IX.

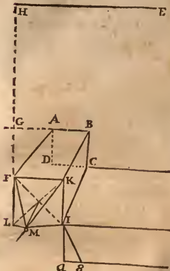
Theorema.

De Perspectivis, in planis horizontalibus superiori loco spectatis.



Quamvis istud perspectivarum genus usitatum non sit, eò quòd in horizontalibus planis communiter ambulemus, non tamen huic nostro ope-

ri deeſſe debet, dico igitur eandem prorſus methodum adhibendam eſſe, quâ uſi ſumus in contignationibus, niſi quod formata Ichnographiâ, quæ coincidit cum Geometricâ, lineæ verticales debeant non tendere ad punctum principale, ſed ab eo duci, & ut ita dicam recedere. Eorum autem diviſio eodem modo iuſtituitur, quo iu communibus perſpectivis, diviſio linearum ad punctum principale tendentium. Sit Ichnographia



ſeu baſis alicujus turris quadratum A B C D, ſitque punctum principale E, à quo ſi per ſingulos quadrati angulos ducantur lineæ, illæ erunt verticalium apparentiæ; dividenda ſit linea AF, ducatur quæcúmque linea AG, ejuſdem longitudinis cum illa linea cujus AF eſt apparentia. Huic lineæ AG, ſit parallela EH habeatque vicem horizontalis lineæ, ſitque punctum H punctum diſtantiæ, ducatur linea HGF, linea AF erit apparentia lineæ æqualis ipſi AG.

Demonſtratio jam ſuperioribus libris tradita eſt, & linea AG ſimul objectiva & perſpectiva, utpote ducta iu horizontali plano, & ſupponens ſeu repræſentans lineam ductam in eodem plano. Si imponendum eſſet turri tectum, duci deberent diagnnales FI, KL ſe interſecantes in puncto O, tum ex puncto principali E ducenda linea OM cujus longiudo determinetur methodo traditâ, ſi ex ſingulis angulis jungantur lineæ FM, KM, IM, & aliæ, abſolutum erit opus.

Hoc genus perſpectivæ mihi aptiſſimum videtur, ut in charta repræſentemus, aliqua, demuſque aliquam ideam earum rerum quas perficere volumus, ita repræſentabimus ædificium integrum, ſervatâ nempe, eâdem ichnographia geometrica, ut in figura ſatis apparet.

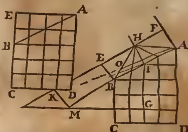
Hic etiam modus ſatis bonus eſt ut arces integræ cum ſuis propugnaculis, foſſis, aggeribus, & reliquis partibus exhibeantur, propter eandem rationem, nempe quia tota manet Ichnographia geometrica, meliuſque totus ordo partium perſeverat integer.

PROPOSITIO X.

Problema.

De correctione ædium.

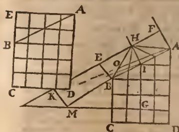
Sæpè accidit in ædibus aliquid exorbitare, nempè aulam, cubiculum, porticum, quatuor non habere angulos rectos; ſed unum acutum, alium vero obtuſum. Quoties autem id accidit, voluműſque ope perſpectivæ huic malo remedium adhibere, debet produci contignatio & pavimentum, hoc eſt in muro delineari pavimentum, donec videatur ad angulum rectum pervenire. Idem dicendum eſt de laqueatibus; ſit ergo ABCD aula, quam volumus ex loco determinato apparere in-



tegram, nempè in muro AB delineanda eſt apparentia trianguli ABE horizontalis, quod requiritur ad perfectionem pavimenti, ut nempe quatuor angulos rectos contineat; triangulum autem A B E duo genera linearum continet quibus in quadrata dividitur, ſicut pavimentum AC. Conſtat enim tum parallelis lineæ A D, tum parallelis lineæ C D, quare ſi inveniantur apparentiæ utrarumque perfectum erit opus. Certum eſt autem, cum iſtæ lineæ objectivæ ſint parallelæ inter ſe, & obliquè cadant in lineam terræ AB, (murus enim in tali caſu tabella eſt) concurrent in iiſdem punctis lineæ horizontalis. Ponatur ſupra lineam AB, murus AE erectus perpendiculariter, debeat autem videri aula A B C D perfecta ex loco G; neque enim perfecta apparere poteſt ex omni loco, ſit altitudo hominis æqualis, lineæ H I, per punctum H, ducatur linea horizontalis, ex puncto G ducatur G I, parallela lineæ AD, & GM parallela lineæ C D attingentes murum productum in punctis M & I, per quæ in muro excitentur perpendiculares MK, I H, dico in punctum H concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ AD; & in punctum K concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ C D, atque hoc modo perficietur apparentia pavimenti quod deeſt, quæ apparentia tota continebitur triangulo ABO.

Demonſtratio. Cum oculus ſit in linea verticali, quæ inſiſtit puncto G, oculus erit in omnibus planis verticalibus per hanc lineam ductis, quare apparentia lineæ GI productæ non poteſt eſſe niſi in plano verticali cujus G I eſt ſectio cum horizonte. Sed ſectio communis plani verticalis & tabellæ,

bellæ, est lines verticalis H I, attingens horizontem in puncto H, & cum apparentiæ linea-

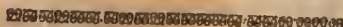


rum parallelarum lineæ GI, conveniant in eodem puncto horizontis (*per* 12.1 *hujus*) omnes convenire in puncto H necesse est.

COROLLARIUM.

Quia in punctum H concurrere debent omnes lineæ parallelæ lineæ A D, illud assumi potest quasi pro puncto principali, quare si in parte superiori muri continuanda esset contignatio, divisâ linea E F in partes æquales, ductisque radiis ad punctum principale H, continuabuntur tigna lacquearium, ducta autem linea K F, eorum longitudinem determinabit.

Aliæ praxes inveniri possunt, ista tamen mihi universalis videtur.

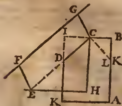


PROPOSITIO XI.

Problema.

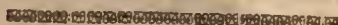
De correctione aulæ, quæ quinque habet latera.

Sit aulæ A B C D corrigendus defectus, ita ut ex puncto H debeat videri perfecta; delineanda



erit in muro apparentia trianguli horizontalis D C I, continuando scilicet pavimentum: quare si ex H lineis AB, AK ducas parallelas HC, HE, donec attingant lineam terræ in punctis E, & C per quæ ducas verticales C G, E F, usque ad horizontalem G, F, puncta G, & F erunt ea in quibus concurrunt lineæ parallelæ, cætera eodem modo perficientur quo in superiori propositione.

Si sit aliud cubiculum ALCDK corrigendum, utendum erit duobus muris DC, LC, & respectu muri DC, puncta G, & F, erunt ea quibus utendum erit. Alia duo supra murum C L quærenda erunt. Notandum est, nempè quod cum sæpè puncta quibus utendum est, non inveniantur in ipsis muris, ut verbi gratia punctum F, non invenitur in muro, nisi producatur, quare priùs operandum est in charta separata, & cum minoribus mensuris, ut deinde apparentiæ pavimentorum, & contignationum transferantur in murum. Et hoc non tantum in hoc casu, sed in aliis multis.

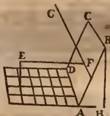


PROPOSITIO XII.

Problema.

De Correctione ædium in quibus invenitur murus ad horizontem inclinatus.

Hæc deformitas in ædibus mediocris non est. Illúdque ex ea necessariò sequitur, vel planum pavimenti majus esse plano contignationis, vel minus esse; si enim murus inclinatus cum pavimento angulum obtusum contineat, contignatio major erit pavimento, si è contra angulus quem murus cum pavimento comprehendit fuerit acutus; pavimentum contignatione majus erit. Correctio quæ adhiberi potest, est ut in ipso muro depingatur, pavimenti, aut contignationis pars illa, quæ deest ad æqualitatem. Quod ut exemplo aliquo manifestum fiat; sit murus ABCD inclinatus, quia cum pavimento angulum obtusum comprehendat, delineanda in eo est pars AH pavimenti, quæ illi



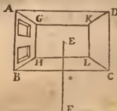
deest ad æqualitatem, quod ut faciamus, determinandus erit locus, è quo spectanda erit pictura. Sit ergo oculus in puncto E, intelligatur radius horizontalis E F, ita tamen ut angulus E F G sit rectus, punctum F erit punctum quasi principale, in quo nempe concurrent apparentiæ linearum parallelarum lineæ A H; ducatur linea quasi horizontalis GF, æqualis lineæ E F, punctum G erit punctum distantiæ necessarium ad linearum divisionem. Quæ omnia facilè ostenduntur ex iis quæ diximus de tabells inclinata.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

De Correctione contignationum nimis humilium.

Quotiescúmque laquearia sunt nimis humilia, volumúsque ut è certo, & determinato loco, sublimiora appareant, in iis, alia contignatio sublimior delineanda est, & murorum continuatio cum fenestris aliquibus. Sit igitur ABCD, quæ



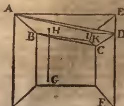
vicem habeat tabellæ, in qua delineanda est alia contignatio sublimior, sit punctum principale E, linea quæ vicem obeat horizontalis, sit EF, parallela lineæ AB; punctum F, erit punctum distantiæ. Quare ductis radiis AGE, BHE & reliquis, si velimus secundam contignationem distare à prima quanta est linea AB, ducatur diagonalis AF, quæ exhibebit punctum H, fiet praxes communes docent, quadrilaterum AH, repræsentat murum productum, in quo pingendæ sunt fenestræ, & ita de reliquis quadrilateris, in rectangulo GL finges trabes, & reliqua ad contignationem pertinentia, ut docuimus supra.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

De Correctione contignationum inclinatarum.

Quando contignationes, sunt inclinatæ, sequitur murum unum esse alio altiorem, immò sequi-



tur parietes laterales sensim deficere ab æqualitate, hoc est sensim decrescere. Correctio quæ adhiberi poterit, est ut in contignatione inclinata delineentur partes illæ murorum, quæ necessariæ sunt ad æqualitatem, ut si sit ABCD contignatio inclinata; sitque DE, id quod deest muro FD, ut adæquet murum sibi oppositum. Sit punctum H, respondens perpendiculariter oculo respicientis; eritque HG distantia; ductis radiis DIH, CKH, fiat ut DI, sit apparentis lineæ DE, erit quadrilaterum DK, apparentia illius partis quæ deest muro CF ad æqualitatem, cum muro opposito, & triangula DIA, CKB apparentiæ murorum lateralium, quæ omnia demonstrata sunt suis locis.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Aulam & porticum majorem reddere.

Hæc correctio est satis facilis; si enim in aulæ alicujus muro, parietum lateralium continuatio depingatur, major apparebit aula, quam re vera sit, idem dicendum de porticu. Debent autem esse aliqua notabilia, ut benè succedat negotium, ut columnarum ordo, aut fenestrarum, & alia hujusmodi. Unum tamen monebo, nempè ut quæ magis distare supponuntur, coloribus dilucidioribus exhibeantur. Quæ enim coloribus vividis fulgent incurrunt, & involant ut ita dicam in oculum. Vidi ego porticum continuatam, quæ haud dubiè ex arte fuerat delineata; quia tamen, in extremo ara depicta erat paulò perfectius, nescio quid oculus desiderabat, nempè ut dum porticus sensim ab oculo recedere videbatur, extremitas tamen propter vivaciores colores, ad oculum accedere videbatur. Propter quam rationem, regiones hyberno tempore, quo nivibus teguntur angustiores videntur, ita cubicula tabellis ornata, aut dealbata minora apparent.

Aliæ correctiones ex dictis facilè intelliguntur, ut cum deest fenestra aut janua; in pariete delineanda est eodem prorsus modo quo in tabella delineatur. Unum tamen moneo, difficillimum esse immò ferè impossibile, lumen per fenestras ingrediens repræsentare, quare potius fenestræ clausæ, quàm apertæ depingantur.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Ædificium integrum ita delineare, ut omnes ejus partes etiam interiores appareant.

Hæc praxis commodissima esse potest, ut ædificii integri idea, oculis exhibeatur. Primò ergo Ichnographia totius ædificii, perspectivè delineetur, per secundum librum. In charta deinde separata eleventur murique ad primam contignationem. Hæc charta separata ita Ichnographiæ agglutinetur, ut attolli possit, atque adeo tota Ichnographia cum libuerit videri possit. Huic secundæ chartæ addi potest tertia, in qua erit Ichnographia secundi tabulati, tum quarta superaddetur, in qua muri fenestræ, & portæ apparebunt, quæ ad secundum ordinem pertinent. Addetur & quinta quæ tectum continebit, ita autem aptentur istæ chartæ separatæ, ut superiori

tantum

tantum parte agglutinentur, inferiori verò ita attolli possint & elevari, ut pars quæ Ichnographiam repræsentat, à superiori tecta, detegatur. Hoc est prima charta contineat Ichnographiam fundamenti, secunda tegat hanc primam, ita tamen ut elevata permittat eam videri. Secunda charta exhibeat muros interiores & exteriores, & præterea quasi Ichnographiam secundi tabulati, quam Ichnographiam secundam, tegat, tertia charta, & ita deinceps.

PERSPECTIVÆ LIBER SEXTVS.

De Compositione plurium tabellarum separatarum, de reflexione, de umbris, & de parallelogrammo delineatorio.

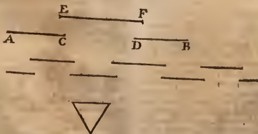
VOCO tabellas separatas illud genus picturæ, quod ex pluribus tabellis, non continuis coalescit; mirum enim quantum ad fallendum valeat lumen inter tabellas affulgens, ut ea quæ in plana superficie sunt delineata, extare videantur. Primò ergo sub hoc genere continentur illæ picturæ, quarum extremitates præcisæ sunt, ita nonnunquam in lignea tabella, hominis imaginem depingimus, idque quod superfluum est detrahimus, ita supellectilem in ligno, & tabula, delineamus, ut mensam, abacum, pixides ceteràque hujusmodi præcisàque circum circa tabula, in variis locis collocamus, mirum autem quantum decipiant: modus quo delineari debent communis est, & ex superiori doctrinâ derivatus.

Secunda species eas habet tabellas, quæ continuæ non sunt; sed in medio apertæ, ut ad alias ulteriores prospectus pateat. De quibus hic præcipuè mihi agendum est, tales esse possunt Theatrales scenæ, quæ materia cum utilis esse possit, mihi aliquibus propositionibus determinanda est.

PROPOSITIO I.

Problema.

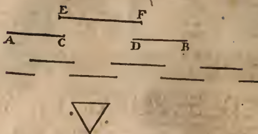
Scenarum dispositio.



DUm scena disponenda, & adornanda proponitur, materia adhibendæ Tragœdiæ, comœdiæ, aut dramatis consideranda est; aut potiùs locus actionis repræsentandæ, ut nempe in tabellis ea delineentur, quæ sint apposita, & talem locum indicent. Nam aliquibus actionibus palatia accommodanda sunt, aliis horti & nemora.

Sit ergo locus A B, adornandus: Primò quidem duæ tabellæ anteriores sint AC, BD, relicto spatio DC vacuo, ut ulterior tabella E F, duobus aut tribus remota pedibus videri possit. In tabellis A C, B D delineari poterunt ædificia, in tabella EF alia item, sed leviori penicillo. In quo notandum est tabellam E F, longiorem esse, intervallo B C, ut etiam obliquè intuentes vacuitatem non animadvertant. Poterunt autem A C, B D, vel

 continere



continere ædificia separata, vel exhibere columnas, & in intervallo C D, arcum aliquem, ita ut trans arcûs vacuitatem videatur palatium integrum in tabella EF delineatum. Id etiam commodi habet istud picturæ genus, quod tabella E F, benè illuminari possit, nec tamen videantur lumina, utpote tabellis A C, B D, sufficienter tecta.

Multis aliis modis disponi possunt tabellæ, ut si anteriores tabellæ, tres arcus efforment, duos ad latera minores, unum in medio majorem, quod in figura satis expressum est. In quibus omnibus non apparet difficultas. Ut autem scenam ædibus adornatam descripsimus, ita hortis & nemoribus constantem exhibere poterimus: ut si trans apertam porticum, tabella in qua horti depicti sint videatur, aut trans arcus ex arboribus, sive fictis, sive realibus efformatos, horti spectentur. Ex rupibus item & nemoribus id præstare poterimus, in quo nihil mihi in mentem venit, quod notatu dignum sit; nisi quòd priores tabellæ colores magis saturos habeant, & opera magis elaborata, & perfectiora, cum umbris suis, aliæ multæ dispositiones excogitari possunt quas hic non recenseo.

PROPOSITIO II.

Theorema.

De Puncto principali tabellarum separatarum.

Quia tabellæ istæ sejunctæ, videntur totidem opera separata, posset quis jure ambigere, an liberum sit unicuique suum assignare punctum principale, sua item peculiaria puncta distantiæ. Cui difficultati respondeo. Cum istæ omnes tabellæ non sint ita disparatæ, ut non unum totum efficiant, atque adeò simul omnes videri debeant, unicus est assignandus locus, è quo spectentur, atque adeò omnes tabellæ, quæ in eadem erunt superficie plana idem habebunt punctum principale, & eadem puncta distantiæ, quæ verò non in eadem erunt superficie plana (nam remotiores tabellæ sunt in alio plano, ac viciniores) idem non habent punctum principale; sed tantum in eadem linea recta positum, cum puncto principali anteriorum tabellarum. Suppono enim tabellas inter se esse parallelas, atque ad lineam, quæ ab oculo in planum anteriorum tabellarum perpendiculariter incidit, perpendiculariter etiam incidere in planum remotiorum tabellarum. Si enim tabellæ non essent inter se parallelæ, aliter disponendum esset punctum principale, cum ex defin. punctum principale sit illud in quod cadit perpendicularis, ab oculo in tabellam ducta.

Ex quo sequitur quod dum fiunt perspectivæ supra altaria, ut dum loco tabellæ ordinariæ, substituuntur tabellæ sejunctæ, quod tunc punctum principale, debeat esse infra tabellas.

Quod spectat ad puncta distantiæ, certum est quod in tabellis remotioribus puncta distantiæ debeant esse remotiora à puncto principali, quando tamen posteriores tabellæ, ab anterioribus non distant, nisi uno aut altero pede, hæc differentia nihili facienda est.

Notandum item est radios in unaquáque tabella ducendos esse ad punctum principale ejusdem tabellæ, hoc est ad punctum principale existens in eodem cum ipsa plano.

PROPOSITIO III.

Problema.

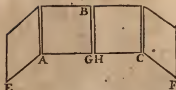
De Scenarum mutatione.

Varii modi excogitari possunt, quibus scenarum mutationes fiant, primus erit per prismata triangularia. Si enim sit prisma cujus basis triangularis, sustentatum cardine volubili in basis centro, si super unoquoque parallelogrammo depingatur aliquid, poterit nullo negotio volvi totum prisma; & modò una facies modò altera spectari. Adhibetur autem potiùs triangulare prisma, quàm quadrangulare, aut plurium laterum, quia si in quadrangularibus vix fieri potest, ut una tantùm facies spectetur, quod in triangularibus facillimum.

Non sum tamen author, ut tabellæ majores, ex pluribus faciebus triangularium prismatum coalescant, vix enim ita benè convenire possunt, ut scissura non appareat, nisi forsitan plura ædificia exhibenda sint, in quibus interruptio modica nihil potest officere, immò verò prodesse.

2. Modus adhibebitur, quoties spatium modicum erit, nec sufficiens ut triangularium prismatum motum contineat: tunc enim picturæ in tela depictæ cancellis aptantur; cancelli autem, præcipuè vero ii qui in Scenarum medio disponuntur, inter duas ligneas regulas ita coarctantur, ut fluere possint, unáque pars ad lævam, altera ad sinistram extrahi.

Alius



Aliàs duo cancelli AB,CB, ita aptantur in medio, ut cardinibus A & C innitantur, ut cum opus fuerit punctum G aperiatur in E, & H in F, & ita de reliquis, & hoc modo sæpè sexties, & octies scena mutabitur.

Possunt & alii innumeri modi excogitari, quos omnes recensere longum esset; præcipuos attigisse sufficiat, ut ex iis ad reliquos viam aperiamus.

PROPOSITIO IV.

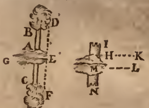
Theorema.

De Reflexione.

Nolo in hac propositione, ea repetere quæ ad reflexionem pertinent, de illa enim tractatum integrum composuimus, sed tantum ea delibare quæ ad hanc materiam pertinent, nempe ut reflexiones in tabellis exhibeantur. Et primò quidem ut probabimus suo loco, objecti cujuscumque apparentia reflexa in catheto incidentiæ repetitur, hoc est tantum objectum apparet immergi intra profunditatem speculi plani, quantum distat ab ejus superficie.

Quia autem reflexiones, de quibus hic præcipuè agimus, sunt illæ tantùm; quæ fiunt in superficie fluminum, lacuum, & stagnorum, ideo de illis tantum aliquas regulas tradam.

Prima. Sit circa ea objecta, quæ superficiem aquæ attingunt, sit verbi gratia arbor AD, superficies aquæ sit GE, debet ex singulis præcipuis punctis illius arboris, duci perpendicularis usque ad superficiem aquæ, & ulterius protendi, donec pars illius quæ intra aquam intelligitur, æqualis sit parti extanti. Sit verbi gratia AC æqualis lineæ AB; DE, æqualis lineæ EF, punctum F erit apparentia reflexa puncti D: tota difficultas erit in inveniendo puncto quod in aqua perpendiculariter respondet alicui objecto. Sit enim turris HI, hæc turris eandem habens apparentiam; duo-

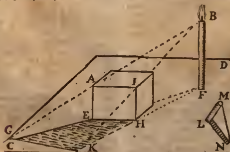


bus modis intelligi potest, vel ita ut ejus punctum H, in eodem sit horizonte ac aqua, atque adeo tangat superficiem aquæ productam usque ad punctum H, vel ita intelligi potest eadem turris HI, ut respondeat perpendiculariter puncto M, si primum, ejus apparentia reflexa incipere debebit à puncto H, & in isto casu nulla esse poterit. Si verò respondeat perpendiculariter puncto M, atque adeo ejus vera altitudo sit MI; ejus apparentia tantùm depressa erit infra punctum M, quantùm ejus altitudo est supra punctum M, Non possumus autem dijudicare de diversitate ista, nisi ex variis circumstantiis, & intentione pictoris.

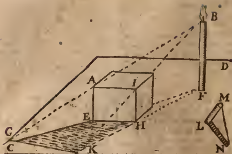
PROPOSITIO V.

Problema.

Datâ luminosi, & corporis opaci apparentia, invenire in quolibet plano, umbra apparentiam.



Quamvis facillimum sit, dato luminoso, & dato corpore opaco, umbram ejus invenire in quocumque



quocumque voluerimus plano : ducendo lineam rectam, à luminoſo ad opacum, quæ ulterius producatur donec occurrat plano, & umbram determinet. Non ita tamen eſt facile invenire in plano, perſpectivè deſcripto, punctum in quod incidit umbra, eò quòd tam apparentia plani, quàm apparentia lineæ ductæ, à luminoſo ad corpus opacum, in eadem ſint ſuperficie tabellæ, & conſequenter, internoſci non poſſit punctum concurſûs. Sit ergo corpus opacum A, luminoſum B, quæritur apparentia umbræ, in plano horizontali C D; ducantur tam ab extremitate opaci A, quàm à luminoſo B, lineæ perpendiculares A E, B F, uſque ad planum horizontale C D, in quo nempe umbra quæritur. Ducantur lineæ F E G, B A G, dico punctum G, eſſe umbram puncti A, in plano horizontali. Cum enim puncta A & B, reſpondeant perpendiculariter punctis E, & F, puncta F & E, erunt apparentiæ punctorum in plano horizontali exiſtentium, lineæ item A E, B F, utpote parallelæ in eodem erunt plano, in quo plano erit etiam umbra puncti A; cum ergo punctum G ſit in linea BA, item ſit in plano horizontali, erit neceſſariò G punctum concurſûs in quo conveniet linea umbræ cum plano horizontali.

Quod dixi de plano horizontali, intelligendum eſt de quolibet alio plano, ad quod ducendæ ſunt apparentiæ duarum perpendicularium, tam à puncto opaco, quàm à luminoſo ductarum. Ita punctum K erit umbra puncti I, in plano horizontali excepta.

Debent autem determinari hujuſmodi perpendiculares, eò quòd exiſtente eâdem corporis opaci; & luminoſi apparentiâ, poterunt realiter, alium, atque alium locum occupare; atque adeò diverſas umbras producere. Ut ſi luminoſum B, non reſponderet perpendiculariter puncto F, ſed puncto L; alia haud dubiè umbra produceretur, eâdem tamen permanente ejus apparentiâ B, idem dico de corpore opaco. Cum verò inventa fuerit alicujus puncti umbra, ſi corpus illud planum attingat, conjungendo hæc puncta, habebitur umbra totalis: ut ſi ſit virga LM. obliquè infixa plano horizontali in puncto L, ſitque punctum N, umbra puncti M, dico umbram totalem fore lineam L N.

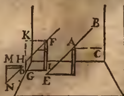
Hæc methodus umbras inveniendi, adhibenda eſt quotieſcumque luminoſum tam parum diſtat, ut aſſignari poſſit in omnibus planis punctum cui perpendiculariter reſpondet. At verò quotieſcumque luminoſum longo diſtat intervallo, aliter operandum eſt. Ut dum umbras ſolares exhibere volumus.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Apparentias umbrarum ſolarium exhibere.

Certum eſt primò, omnes umbras ſolares eſſe inter ſe parallelas; ideoque earum apparentias, vel eſſe parallelas inter ſe ſi ſupponantur parallelæ tabellæ, vel convenire in eodem tabellæ puncto, ſi nempe umbræ non ſupponantur parallelæ tabellæ. Certum eſt item, ſi in plano quocúmque punctum cui ſol reſpondet perpendiculariter, conjungatur cum punctis quibus opaca reſpondent pariter ad perpendiculum, quod (inquam) hæ lineæ parallelæ erunt inter ſe, quibus ſuppoſitis facilè praxes inveniemus ad determinandas omnium corporum umbras ſolares. Determinandus igitur eſt locus ſolis; tàm ſecundùm elevationem, quàm ſecundùm circulum verticalem; intelligendus tamen eſt circulus verticalis reſpectivè ad planum tabellæ, nempe ſciendum eſt quantum circulus verticalis, in quo ſol verſatur declinet à plano tabellæ. Ut autem incipiamus à facilioribus, ponamus ſolem exiſtere in plano tabellæ, hoc eſt, umbras eſſe parallelas tabellæ, determinanda item eſt ejus altitudo. Ponamus eum gradibus 30 ſupra horizontem elevatum. Sit ergo punctum A, cujus quæritur umbra in plano horizontali ſubjecto. Sit punctum B, reſpondens opaco A. Fiat linea AC, repræſentans quaſi horizontale planum tranſiens per punctum A. Fiat angulus B A C triginta graduum, producatur linea BA, ducatur item linea BE, parallela



rallela lineæ terræ, punctum E erit umbra puncti A.

Sit item quærenda umbra puncti F, in plano verticali ad tabellam recto. Ducatur linea FH, eodem modo ac linea AB ducta est. Hoc est sit FH parallela lineæ AE. sit punctum I, perpendiculariter respondens opaco F. sit GI, parallela lineæ terræ, & GH verticalis, dico H, esse umbram puncti F. Vel si linea FK, intelligatur perpendicularis ad planum verticale verticalis KH, exhibebit umbram H. Prima praxis facilior est, habétque suam vim, etiam si planum verticale non esset ad tabellam rectum. Ducta enim linea GI, parallela lineæ terræ, donec attingat lineam LG, communem sectionem plani verticalis, & horizontalis, linea verticalis GI attinget umbram, in puncto H.

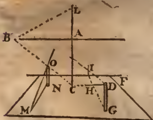
Demonstratio. Triangulum ABE, est in plano verticali per solem, & planum A ducto. Illud enim debet esse parallelum tabellæ, ob immensam solis distantiam; hujus autem plani, & horizontis sectio communis, est linea BE; igitur umbra planum horizontale attingit in puncto E. Eâdem demonstratione ostendam umbram puncti F, attingere planum verticale in puncto H.

Notandum item umbram totalem lineæ AB esse lineam BE. Item umbram totalem stili FI, esse I GH. Item si extenderetur stylus obliquus HI, ejus umbra esset IGH.

Si autem plano verticali infigatur stylus MO, ejus umbra erit MN.

Quoties datur corpus integrum cujus umbra totalis quæritur, investigandæ sunt umbræ singulorum angulorum, quæ connexæ lineis rectis, exhibent umbram totalem.

Supponatur sol in plano verticali ad tabellam recto, cum elevatione graduum 45. potest autem supponi sol vel ante tabellam, & tunc omnes umbræ, versùs interiora tabellæ dirigentur, vel post tabellam, & tunc in contrarias partes obvertentur.



Supponatur igitur ante tabellam, sitque punctum principale A; punctum distantiæ B; linea horizontalis AB, sitque angulus ABC graduum 45; dico omnes umbras tendere ad punctum C, & omnes lineas quæ in planis ad tabellam rectis, ex pede corporis opaci ad punctum umbræ ducuntur, tendere ad punctum A.

Quæratur verbi gratiâ umbra puncti D. In plano horizontali EF. sit punctum G, perpendiculariter respondens puncto D, ducatur radius GA, item linea DC, secans radium GA, in puncto H; dico punctum H, esse umbram puncti D, in plano horizontali exceptam.

Demonstratio. Si intelligatur linea BA, perpendiculariter erigi supra tabellam; umbra puncti B cadet in punctum C Omnes autem umbræ solares parallelæ sunt, ergo omnes umbræ reales, & objectivæ parallelæ sunt lineæ BC; linea autem BC, etiam per oculum ducitur, attingitque tabellam in puncto C: ergo apparentiæ omnium umbrarum concurrent in puncto C, (*per 2.1. hujus.*) Pariter sol supponatur esse in plano verticali ad tabellam recto, umbra puncti D, non egredietur planum verticale ad tabellam rectum; cujus nempe communis sectio cum horizontali plano, est linea G A; igitur umbra erit in communi concursu.

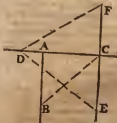
Ex quo vides praxes illas quæ eodem modo operantur circa solem, ac circa facem, falsas esse; nam umbræ solares supponuntur parallelæ ob immensam solis à terra distantiam.

In isto casu umbra solaris excipi non potest in plano verticali ad tabellam recto. Quia est illi parallela. Posset tamen excipi in plano verticali parallelo, ut si loco puncti C, umbra tenderet ad punctum K, ducto radio GA, qui plano verticali occurrat in puncto H, ducta linea verticali HI, punctum I erit punctum concursûs.

Si autem supponatur sol post tabellam, pariter in plano verticali ad tabellam recto verbi gratia elevatus 30 gradibus, sit angulus ABL graduum 30. Sit quærenda umbra puncti O, in plano horizontali. Sit punctum N, respondens perpendiculariter puncto O. Ducatur radius AN, ducatur item linea LOM, dico umbram puncti O esse punctum M.

Demonstratio. Si linea AB, perpendiculariter erigatur ad tabellam, linea BL, tenderet ad solem, & esset parallela omnibus umbris realibus. Cum autem etiam per oculum ducatur, omnes umbrarum apparentiæ, (*per 2. 1. hujus*) tendent ad punctum L, manent autem umbræ in eodem verticali plano; igitur in communi sectione verticalis, & horizontalis plani. Nempe in linea seu radio NM.

Denique sol esse potest in plano verticali ad tabellam non recto, & ponatur esse in plano verticali, declinante ad lævam gradibus 30 cum elevatione graduum 40 & ante tabellam. Sit pun-



ctum principale A, AB æqualis distantiæ, fiat angulus A B C graduum 30, sitque CD æqualis lineæ CB, fiatque angulus CDE graduum 40, dico punctum E, esse punctum concursûs omnium umbrarum. Quod benè concipietur, si intelligatur triangulum A B C, esse erectum perpendiculariter ad tabellam; tunc enim linea BE, erit umbra puncti B, cui omnes umbræ parallelæ sunt; ergo omnes apparentiæ umbrarum tendent ad punctum E, (*per 2. 1. hujus*) sectiones verò verticalium,

ticalium, & horizontalis plani tendent ad punctum C.

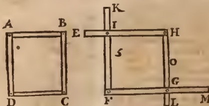
Si verò ſol ponatur eſſe poſt tabellam, in verticali declinante ad dexteram, gradibus 30 fiat pariter angulus A B C gradium 30, & pro elevatione fit angulus F D C gradum 40, à puncto F, procedent omnes ombræ, cætera ſe habent ut prius.

Perſpectivæ noſtræ inſtrumenti deſcriptionem, & uſum attexere volui, quo facilè omnium objectorum, & prototyporum quorumcúmque deſcriptionem, ſecundùm quamcúmque rationem abſulvemus. Hoc inſtrumentum proponit, & demonſtrat P. Chriſtophorus Scheiner in nova arte delineandi, à ſe inventum aſſerens, quamvis ab aliis ante ſe uſurpatum fateatur.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Parallelogrammi delineatorii conſtructio.



Parallelogrammum delineatorium quatuor ad minimum, conſtat tigillis, ſeu ut vocamus regulis, quarum longitudo arbitraria, vel ab opere, ad quod tale inſtrumentum adhibere volumus dependet. Sint hæ regulæ ex materia non flexibili, nempe ex ligno ſatis duro, quod flecti, aut luxari non poſſit, ex oſſe, ære ſeu cupro, ferro, aut quacúmque alia materia, latitudo ſit etiam mediocris in majoribus onius digiti, in minoribus quatuor aut quinque linearum, craſſities, dimidiam circiter latitudinem obtineat. Dixi initio quatuor ſaltem tigillis conſtare, parallelogrammum enim omne, quatuot ad minimum lateribus conſtat.

Poſſunt tamen majoris firmitatis cauſa addi plura, vel etiam ut plures habeantur uſus, poſſunt igitur eſſe 6, ot duplex parallelogrammum conſtruatur; aut ſaltem aliquæ tigillorum partes ultra parallelogrammum procedant: nam parallelogrammum ſimplex uſui eſſe non poteſt.

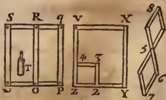
Copulantur tigilla inter ſe in figuram parallelogrammam, nempè ita ut adverſa latera inter ſe ſint æqualia, clavíſque ita connectantur, ut motum tamen circa illos tigilla habeant, clavorum figuram artificibus relinquo, qui tales eſſe debent, ut eximi facilè poſſint.

Addi debet & clavus quo parallegrammum affigi debet firmiter alicui rei immobili, cæteri enim clavi mobiles ſunt, hoc eſt quamvis circa illos tigilla moveantur; mobiles tamen ſunt, ita ot ſaltem circa clavum immobilem, ſeu rei immobili affixum moveantur. Additur graphium quod alicui tigillo immobiliter affigitur, ita ut operatione tantum peracta eximatur. Inſtruitur item indiculo, qui ſingulas prototypi partes percurrit, interea dum graphium eas in tabella notat: hæc igitur tria ſunt diligenter notanda, in quibus ſcilicet totum hujus parallelogrammi artificium poſitum eſt, nempè clavus immobilis, graphium, & indiculus, quæ ut dicam poſtea in lineam rectam diſponuntur ut imago prototypo ſimilis evadat.

Hoc parallelogrammum varias poteſt figuras induere, quarum prima ABCD, licèt ſimpliciſſima, inutilis tamen eſt ad inſtitutum noſtrum, quia cùm ut oſtendam debeant diſponi in lineam rectam; hæc tria nempe clavus immobilis ſeu centrum, graphium, & index, parallelogrammum ſimplex hujus diſpoſitionis ſit incapax, quomodocumque verſetur. Ideo hæc prima rejiciatur.

Secunda admitti poteſt, nt utilis; poſſunt enim in lineam rectam diſponi hæc tria, ſeu aſſignari tria puncta in tribus diverſis lateribus parallelogrammi: ut ſi duceretur recta linea, ex puncto E, in M, hæc ſecaret latera K F, H L; F M, atque adeò non tria tantum, ſed etiam quatuor puncta invenirentur, ſi neceſſaria eſſent.

Tertia figura admittenda eſt, quæ etiam trium punctorum in lineam rectam digeſtorum, propter latus intermedium RO capax eſt. Quarta & quinta propter eandem rationem probæ ſunt.



In eo autem totum hujus parallelogrammi artificium poſitum eſt, ut graphium & index ſimilem motum habeant, ſimileſque figuras, in datâ quacumque ratione deſcribant. Sic enim fiet, ut dum ita movebitur graphium, ut index omnes lineas alicujus prototypi percurrat, ſimilem delineabit, & in ſubjecta tabella deſcribet. Unde multa artificum induſtriæ relinquo, ut quomodo index

index ita aptetur, ut tamen ejus extremitas appareat, nec à lateribus parallelogrammi tegatur, idem dico de graphio. Ideoque communiter parallelogrammi planum, nonnihil supra tabulam elevatum à clavis detinetur, atque illis figuram qualem in puncto T intueris tribuunt. Graphium pariter lateri parallelogrammi, ita affigi debet ut omnino non vacillet; idem dico de indice, cætera praxis docebit.

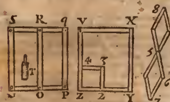
Parallelogrammum circa centrum unum omnino immobile movetur, singulaque puncta parallelogrammi circa illud circulos describere possunt, ut patet, & immota parallelogrammi figura describunt arcus omnino similes, qui arcus eandem inter se rationem observant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Partium parallelogrammi delineatorii varii motus.

Supponu parallelogrammum delineatorium, alicubi ita affixum esse centro mobili, ut circa illud immobile, totum moveatur, immutatu cæterarum partium inter se habitudine; hoc est in



quamcumque parallelogrammum abiverit instrumentum, seu quemcumque angulum rectilineum, latera adjacentia comprehendant, (omnem enim possunt comprehendere) immutatâ illâ partium habitudine, circa centrum immobile, singulæ circulos possunt describere, hic motus generalis vocetur.

Certum est item quod si centrum immobile in quocumque latere constituatur, latus illud nullum alium motum habere potest nisi circularem, ut si in figura ultima punctum Z fiat immobile, hoc est in eo angulo, statuatur clavus teres, quo instrumentum rei fixæ conjungatur; latera Z Y, ZV, motum tantùm circularem habebunt: neque enim ulla pars tigillorum Z Y, Z V, potest accedere ad punctum Z, aut ab eo recedere, nisi solvatur compages tigillorum; quæ tamen solida, & firma supponuntur: ergo restat ut motum circularem habeant.

Idem proportione dico de aliis lateribus respectu suorum centrorum mobilium, à quibus recedere non possunt.

Certum est item partes laterum centro immobili oppositorum præter motum circularem, posse ad centrum immobile accedere, & ab eo recedere. Ut si punctum Z, sit centrum immobile, poterit circa punctum Y immotum, si lubeat, moveri circulariter totum latus YX, ita ut punctum X, describendo arcum circa Y immotum, accedat ad punctum Z, aut ab eo recedat. Idem dico de omnibus partibus tigilli YX, excepto tamen puncto Y, quod cum sit in eodem tigillo cum centro immobili ad illud accedere non potest. Certum est autem, quod singulæ partes tigilli Y X tali motu describent arcus omnino similes, verè enim moventur, circa immotum: ergo clarum est describendos arcus similes.

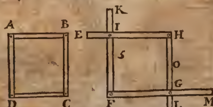
Addo præterea quod si punctum Z sit centrum immobile, si punctum Y fiat immotum, quia tigilla YX, 23, ZV, sunt semper parallela inter se, describent omnia eorum puncta arcus similes, seu totidem graduum, quia propter parallelismum laterum, anguli in centris Z, 2, Y fiunt æquales. Et in tali motu in quo nempe supponitur quiescere totum latus Z Y, alia omnia movebuntur, nempe latera Z V, 23, Y X circulari motu, latus X V, secedet ad latus Z Y, ita tamen ut illi sit semper parallelum, non quemcumque motum habeat instrumentum, cum ita commissa sint tigilla, ut quælibet duo adversa latera, sint æqualia, semper figuram parallelogrammam obtinebit.

Possunt alii motus cogitari in parallelogrammo, posset enim punctum X ad centrum immotum Z, accedere per lineam rectam, & in tali casu latera ZV, ZY, habent motus omnino contrarios, & describunt arcus omnino similes circa centrum immobile Z, ut facilè ostendere possumus, si è re nostra foret, alios item peculiares motus persequerer nisi hoc inutile judicarem.

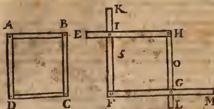
PROPOSITIO IX.

Theorema.

Dispositio centri immobilis graphii, & Indicis perversa.



Certum est hæc tria, nempe centrum immobile, graphium & indicem non posse constitui in



uno, eodemque latere parallelogrammi delineatorii, quia finis hujus instrumenti, eſt ita aptare indicem, & graphium,ut omnem figuram utrumque deſcribere poſſit, & ita ut ſimilem utrumque delineet; ſed ſi in eodem latere, in quo eſt centrum mobile collocentur, figuras tantum circulares efficient, ut oſtendimus propoſitione præcedenti; ergo hæc diſpoſitio non eſt utilis ad finem præfixum.

Aſſero item indicem, & graphium collocari non debere in eodem latere, etiam oppoſito centro immobili. Ut in parallelogrammo F G H I,ſtatuatur centrum immobile in puncto F, ſitque graphium in puncto O; dico indicem ſtatui non poſſe in toto latere H L.

Demonſtratio. Ut inſtrumentum ſit accommodatum fini præfixo; debent ita conſtitui index, & graphium ut ſimiles figuras deſcribant; ſimiles autem figuras non deſcribent, ſi ſemel in tali diſpoſitione index nonnunquam majorem motum efficiat, quam graphium, & aliquando minorem. Ad hoc enim ut ſimiles figuræ deſcribantur, debent lineæ ab uno deſcriptæ eſſe proportionales lineis ab alio deſcriptis, nempe ſimiles figuræ habent latera omnia proportionalia. Oſtendo autem id ſequi. Fiat punctum G immotum, puncta H & O deſcribent arcus ſimiles, ut oſtendimus, quorum ratio erit ut G O ad G H. Intelligatur punctum H, translatum in S, puncto G immoto; in tali diſpoſitione punctum H minus diſtabit à centro immobili F quam punctum O; ita conſtitutum parallelogrammum moveatur circa centrum immobile F; punctum O quod magis diſtat majorem arcum deſcribet; ergo in tali diſpoſitione punctum O aliquando minorem lineam, quam punctum H deſcribet, & aliquando majorem; ergo ſimilis figura ab utroque non deſcribetur, quod tamen intenditur.

Sed neque huic inconvenienti occurritur ſi, centrum mobile G inter indicem & graphium ſtatuatur,ut ſi index eſſet O, & graphium L, nam poteſt punctum O eſſe vicinius centro immobili F quam punctum L, & in tali caſu, majorem arcum deſcriberet. Poteſt item aliter diſponi parallelogrammum, nempe ita ut punctum L ſit vicinius centro immobili F, & tunc ſi moveatur circa illud; deſcribet arcum minorem, ergo ex tali diſpoſitione non ſequetur, in graphio, & indice deſcriptio ſimilium figurarum.

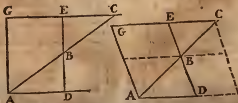
Sed neque poſſunt centrum fixum, & index, aut etiam graphium eſſe in eodem latere ſit enim centrum fixum F, & index M, ſi graphium ſtatuatur in quocúmque alio tigillo, poſſet immoto indice, graphium moveri: ergo graphium non deſcribet figuram ſimilem deſcriptæ ab indice, cum ad hoc neceſſarium ſit, altero moto, aliud moveri, & motum proportionalem habere.

Alii multi ſunt caſus, ſeu diſpoſitiones perverſæ trium punctorum principalium hujus parallelogrammi, nempe centri immobilis, indicis & graphii, ex quibus ſequetur diſſimilis, ſeu non proportionalis in indice, & graphio motus; quibus ne longior ſiam ſuperſedeo, ut veram ſeu legitimam diſpoſitionem explicem.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Si centrum, graphium, & index, ſecundum eandem rectam lineam ſemel conſtituantur, in parallelogrammo delineatorio, ſemper in directum jacebunt, diſtantiaque nova, prioribus proportionales erunt.



Volo ut tria ſeligantur puncta, in parallelogrammo delineatorio, quæ in directum jaceant, ſeu in eadem linea recta ſint conſtituta, ſive centrum locum medium obtineat, ſive unum extremum

mum, ita ut sit distantia Indicis à centro immobili ad distantiam graphii ab eodem centro, in certa & determinata ratione eàdem scilicet quæ est lateris imaginis ad latus prototypi.

Dico quod quemcúmque situm, seu angulum assumat instrumentum, ea puncta in eadem linea recta semper erunt, eademqua erit ratio distantiæ Indicis ad distantiam graphii. Ut autem id oculis subjiciam seligantur tria puncta A, B, C, in linea recta disposita, sitque A, centrum immobile, B graphium, C index, per punctum B, ducatur non tantum linea EBD, parallela oppositæ AG, sed etiam FBI, parallela lineis GC, AD. In triangulis ABD, EBC, æquiangulis propter parallelas, EC, AD, & angulo in B, ad verticem æquales, ita erit BD ad DE, sicut AB ad BC, & si velimus componere; ita erit DE ad BD, sicut AC ad AB; & ita etiam GA ad EB, sicut GC ad EC. Jam verò parallelogrammum in alium angulum abeat, centrum immobile est semper in puncto A, & puncta B & C sunt in iisdem semper locis.

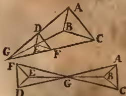
Demonstratio. Cum latera GE, AD; item GA, ED sint æqualia: erit parallelogrammum GADE, quare anguli G & BEC æquales, est autem ut GA ad EB, ita GC ad EC, illa enim latera eadem perseverant; ergo (*per* 24. 6.) ABC erit linea recta, eritque similiter ut DB ad DB, ita AG ad AB. Quare hæc tria puncta sunt semper in linea recta constituta, eademque semper est ratio distantiarum. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Index & graphium parallelogrammi delineatorii, in directum cum centro immobili jacentia figuras similes describunt.

Ex ea proprietate, quam propositione præcedenti demonstravimus, quod index, centrum immobile, & graphium in directum semper jaceant, sitque eadem semper ratio distantiarum à centro mobili, facilè ostendemus similes figuras, à calamo, seu graphio, & indice describi. Quia autem nimis longum foret, id de omnibus figuris probare, quia omnis figura rectilinea, in triangula resolubilis est, & figuræ curvilineæ per repetitam divisionem in rectilinea definunt, sufficiet si proposito triangulo, quod ab indice describatur ostendam, simile triangulum, à graphio, seu calamo describi.



Proponatur triangulum ABC, quod ab indice describatur, sit centrum immobile G. Quando index est in A, sit calamus in D, in eadem nempe linea recta (*per* 10. *hujus*) transferatur index in punctum B, graphium erit in E, in eadem utique linea recta GEB, & cum index translatus fuerit in C, sit calamus in F; dico figuram DEF, similem esse figuræ ABC.

Demonstratio. Cum (*per* 10. *hujus*) ita sit GA ad GD, sicut GB ad GE, erunt in prima figura ED, AB parallelæ (*per* 4.6.) eruntque AB ad ED, sicut GB ad GE: eodem modo ostendam, EF esse parallelam lineæ BC, & ita esse BC ad EF; sicut GB ad GE, similiter erit AC ad DF; ergo triangula DEF, ABC sunt similia, quod erat demonstrandum.

Quæ demonstratio locum habet, quando centrum immobile, unam extremitatem obtinet. Si verò centrum immobile locum medium inter indicem, & calamum obtineat, secundam figuram adhibebimus hoc modo.

Demonstratio. Cum triangula ABG, DEG, habeant angulos ad verticem oppositos æquales in puncto G, & latera circa hos angulos proportionalia, nempè AG, GD; BG, GE, erunt æquiangula, & proportionalia (*per* 6.6.*Eucl.*) Erit ergo ut BG ad GE, ita AB ad DE; pariter in triangulis BGC, FEG, ostendam ita esse BC, ad FE, sicut BG ad GE, denique in triangulis AGC, FGD, erit AC ad FD, sicut AG ad GD, seu BG ad GE; quare triangula ABC, DEF, erunt proportionalia, quod erat demonstrandum.

Cùm ergo quodcúmque rectilineum in triangula resolvi possit, proposito rectilineo, quocumque ab indice descripto; ostendam simile à calamo describi, nempe resolubile in totidem triangula similia. Quod si proponeretur curvilineum, debet illud dividi in tot partes, ut ductis lineis rectis, vel inscriptis, vel circumscriptis, generetur rectilineum, insensibiliter à curvilineo aberrans, & pariter ostendemus simile à calamo describi: ergo universaliter similes figuræ, ab utroque describentur.

COROLLARIUM.

Ex eo instrumento multa etiam geometrica præstare possumus; ut dată figură, aliam similem describemus, etiam in data ratione, si nempè distantiæ indicis, & calami à centro immobili habeant rationem subduplicatam illius quam volumus esse figuræ, ad figuram.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Varii usus parallelogrammi delineatorii.

Usus hujus parallelogrammi varii sunt, & primò quidem si graphium, & index æqualiter à centro immobili removeantur, fiet imago æqualis prototypo, sed inverso situ, ita ut peracta operatione, tabella tantum inverti debeat. Ut in præcedenti propositione in triangulis ABC, FED, in secunda figura, punctum F respondet puncto C; & A respondet puncto, D & B respondet puncto E; ita ut invertendo chartam figura DEF, situm similem habeat illi, quem habet triangulum ABC.

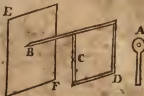
Possunt etiam in ea dispositione, distantiæ graphii, & indicis esse inæquales, secundùm quamcúmque voluerimus rationem; prout voluerimus imaginem prototypo majorem, aut minorem esse, in duplicata scilicèt ratione distantiarum. Hæc

tamen diſpoſitio eſt in eo incommoda quod cum manus graphio adjungatur, quod ita movendum eſt, ut index lineamenta prototypi percurrat, contrarius motus imprimendus eſt graphio, illi quo movendus eſt index; quod non parum faceſſit negotii, & imaginationem confundit.

Quare præferenda eſt alia diſpoſitio, in qua centrum immobile, unam extremitatem obtinet, ſed neceſſariò in ea imago, & prototypus ſunt inæquales: ſecundùm rationem diſtantiarum duplicatam; hæc etiam nonnunquam incommoda eſt, quod prototypus tegat aliquam partem imaginis, aut vicissim, quæ tamen incommoda vitari poterunt. Eſt etiam nonnunquam aliqua difficultas in firmando centro, & ſeligendo corpore cui affigatur. Cum enim prototypus, imago, & locus cui centrum, aut potiùs axis inſtrumenti affigitur, debeant eſſe in eodem plano, ſæpè menſâ, longiori, aut tabulato opus eſt, in quo parallelogrammum, ita moveatur ut centrum ejus maneat immobile: has tamen difficultates induſtrius artifex facilè ſuperabit.

Alius uſus iſtius inſtrumenti erit, in Stereographia, hoc eſt ad formandam imaginem prototypi, non tantum plani, ſed etiam ſolidi, aut extantis, ſeu ex pluribus ſuperficiebus conſtantis; ita planitiem integram, ædificia quæcúmque, montes, ſylvas, cæteráque deſcribemus, modò ex certo & determinato loco ſpectari poſſint.

Qui uſus ut intelligatur, revocanda ſunt ea, quæ initio hujus tractatûs dedimus, circa ſectiones communes radiorum ab objectis ad oculum ductorum, qui ſi plano aliquo excipiantur, eandem facient viſionem, quam ipſamet objecta produxiſſent; quod ut oculis ſubjiceremus, attulimus praxin illam delineandi, in ſuperficie vitrea inter objectum, & oculum interjecta. Quia autem tædioſum eſt objecta in vitro delineare, cum neceſſarium ſit, ea denuò in tabellam transferre, facilè poterimus, ope noſtri parallelogrammi, in tabella, etiam non diaphana, cujuſcúmque objecti imaginem delineare. Seligatur igitur locus firmus è quo ſpectari poſſit objectum, itaque diſponatur parallelogrammum, ut planum ejus verticale ſit, firmetúrque ejus centrum, ita ut circa illud liberè moveri poſſit; tum ad duos pedes immobilem ſtatues dioptram A, per quam videre poſſis objecta. Sit index parallelogrammi B, graphium C, centrum D, ita movebis graphium C,



ut index B, viſus per dioptram A, videatur percurrere ſingula objecta. Clarum eſt quod index B, percurret ſectiones omnes radiorum ab objectis ad oculum productorum, & plani fictitii EF; ſed graphium C ſimiles figuras deſcribit iis, quæ ab indice B indicantur, ergo habebitur imago ſimilis illi quæ cogitatur in plano EF, ergo hæc imago omnia objecta perfectè exhibebit. Opus eſt ut omnia ſint firma, nempè objecta ſint immobilia, centrum inſtrumenti ſit immobile; & dioptra A ſit item immobilis, ideóque ad hominum imagines ad vivum exprimendas ex eorumdem intuitu, ineptum eſt inſtrumentum, eò quòd objectum non ſit immobile.

Poteſt item hoc inſtrumentum utile eſſe, ad perficiendos motus ſimiles, ad aliquam diſtantiam. Sæpè enim in Mechanicis indigemus aliquibus Machinis, quæ motus certos perficiant. Poſſumus autem hoc inſtrumento eos perficere, immò & augere in quacúmque ratione. Sed hæc indicaſſe ſufficiat, cum novam doctrinam non contineant.



TRACTA



TRACTATUS XXII.

CATOPTRICA,

Seu de radio Reflexo.



NAM ex præcipuis lucis, & visionis proprietatibus, hoc tractatu explicandam suscipimus; scilicèt quod lumen sit reflexionis capax, & propter incursum, in corpus opacum resiliat, & in oppositis partibus producatur; visio verò cum interveniente lumine in oculis fiat, qui non tantum directo; sed etiam à radio reflexo aliquid patiantur, ex reflexione luminis, similem etiam affectionem participat. Enucleabimus igitur reflexionis leges, pro vario ad corpora diversimodè figurata appulsu; mutatas item objectorum quo ad magnitudinem, situm, distantiam, numerum apparentias, quæ omnia ut ordine procedant. Primò libro de reflexione in genere, & de speculis planis. Secundò de convexis. Tertiò de concavis agemus.

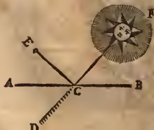
LIBER PRIMUS.

De Speculis planis.

DEFINITIONES.

PRima. Reflexio, est productio luminis, & qualitatis in anteriores partes corporis opaci, ob resistentiam illius corporis quam vincere non potest. Dixi productionem ut loquerer secundùm omnium principia; intelligent veram productionem & physicam, qui lumen ut qualitatem respiciunt; intelligent verò productionem, extensionem luminis in partes anteriores corporis opaci, incapacis scilicet, vel ex toto vel ex parte illius impressionis, qui corpus esse existimant. Dicitur productio in anteriorem partem spatii quam respicit corpus opacum, secundùm eam superficiem, quam luminoso, corpus opacum obvertit.

Ut si soli opponatur corpus opacum repræ-

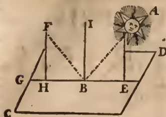


sentatum per lineam A B, quod obsistat propagationi luminis, quæ fieret per C D, ita ut id quod propagaretur per CD, producatur in C E, nempe in ea parte spatii, quam respicit superficies A B, obversa luminoso F. Hæc propagatio, ita facta vocatur reflexio. Differt autem à refractione, quod refractio sit propagatio ejusdem luminis, per medium diversæ densitatis, ita ut illud penetret; ut dum trans vitrum, aut crystallum respicimus, luminis radius verè transmittit crystallum, at verò radius solaris non ingreditur speculum verbi gratia metallicum, sed ab eo remittitur.

2. Radius est lux à luminoso diffusa, licèt autem omnis radius concipiatur per modum lineæ, non tamen debet concipi, sine ulla latitudine. Possumus quidem aliquando non cogitare quod hæc lux à luminoso diffusa habeat latitudinem, quia sæpe accidere potest, ut ejus latitudo non faciat ullo modo ad institutum nostrum; de facto tamen nullus unquam datus fuit radius lucis, qui omni latitudine, & crassitie careret: ut dum à sole per exiguum foramen, solis lumen transmittebamus, fuit ferè radii solaris totalis figura cylindrica. Licet igitur in eo cylindro plures cogitare lineas, & aliquando totum cylindrum per modum lineæ considerare, nulla habita ratione ejus crassitiei.

3. Punctum incidentiæ, quod idem & reflexionis, est pars illa speculi in quam incidit radius, & à qua etiam vicissim remittitur & repercutitur, ut si à sole A, emittatur lumen secundùm lineam A B,

A B, in punctum B speculi C D, punctum B erit simul punctum incidentiæ, & simul punctum reflexionis.



4. Angulus incidentiæ, est angulus minimus quem comprehendit radius per quem lux in speculum emittitur, cum lineis in plano ductis, ut si ex luminoso A, ducatur radius AB, demissaque ad tale planum perpendiculari A E, angulus ABE est angulus incidentiæ.

5. Angulus reflexionis eodem modo erit angulus, quo inclinatur linea per quam lumen remittitur, cum plano aut superficie speculi, ut si lumen ex B, reflectatur per BF, angulus FBG, est angulus reflexionis.

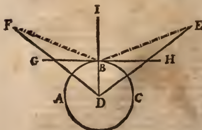
6. Radius incidens, est via illa seu linea recta per quam lumen à lucido ad speculum propagatur, qualis est linea A B.

7. Radius reflexus, est via seu linea per quam lumen à corpore reflectente, in partes oppositas repercutitur, talis est linea FB.

8. Cathetus incidentiæ est linea perpendicularis à corpore radiante ad superficiem speculi ducta, ut si à sole ad planum speculi CD, ulteriùs si sit opus productum, perpendicularis AE ageretur, hæc vocatur cathetus incidentiæ.

9. Cathetus reflexionis est perpendicularis à quocumque radii reflexi puncto ad superficiem reflectentem ducta, qualis est F H.

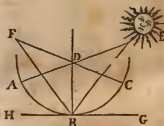
10. Inclinatio radii sive incidentis, sive reflexi est angulus comprehensus à perpendiculari excitata in puncto incidentiæ, & prædicto radio; ut angulus A B I, est inclinatio radii incidentiæ AB, sicut FBI, est inclinatio radii reflexionis.



Hæc omnia in speculis planis satis facilè intelliguntur, in speculis tamen non planis paulò aliam habent dispositionem; licèt sit eadem quo ad rem, aliqua igitur addenda sunt.

11. Perpendicularis ad superficiem non planam, ea dicitur quæ recta est ad planam superficiem, quæ ipsam contingit, & per punctum contactus transit, ut sit superficies curva ABC, sitque superficies plana repræsentata per lineam G H, quæ ipsam tangat in puncto B, linea DBI, quæ recta est ad superficiem planam contingentem. Est etiam recta ad curvam superficiem D B I, nec aliter possumus angulos mixtos ex lineis curvis, & rectis, ad certam normam revocare. Adde quod si angulus rectus sit ille, qui sit quoties linea alicui superficiei insistens angulos æquales facit, linea D B I talis erit. Quare omnis linea per centrum Sphæræ transiens est recta ad superficiem Sphæricam.

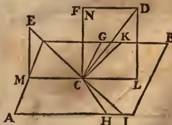
Quare posito speculo Sphærico ABC, linea EB, erit radius incidentiæ, B F radius reflexus, angulus EBC, aut E B H angulus incidentiæ; angulus FBA, aut FBG reflexionis, linea ED cathetus incidentiæ, F D cathetus reflexionis, angulus E B I, angulus inclinationis radii incidentiæ; angulus denique F D I erit angulus inclinationis radii reflexi.



In speculis concavis verbi gratia in speculo ABC, radius E B est radius incidens, BF reflexus angulus EBC, aut E B G, angulus incidentiæ, angulus F B A, aut F B H, est reflexionis. Ponatur centrum speculi concavi esse D, cathetus incidentiæ erit EDA, cathetus reflexionis FDC, inclinatio radii incidentis angulus EBD. Inclinatio radii reflexi D B F.

SUPPOSITIO I.

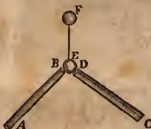
Superficies reflexionis est ad superficiem speculi recta. Sit superficies speculi A B, punctum reflexionis, & incidentiæ C, radius incidentiæ DC, reflexus CE, sitque perpendicularis CF. Ideo-



que (*per* 18.11.) planum per CF, CD, ductum, rectum erit ad planum speculi, supponitur radius reflexus CE, in eodem esse plano. Hoc Euclides hoc Alhazen simpliciter assumpsit, hoc Vitellio probare conatus est; Non potuit tamen, ideoque ejus demonstrationem ut duplici vitio laborantem hic

hic non moror: supponit enim ejus demonstratio angulos incidentiæ & reflexionis esse æquales, quod tamen nondum probaverat. Keplerus simpliciter id probat hoc modo, lux in superficiem illapsa repercutitur in plagam oppositam ei unde advenerat; sed nisi reflexio fieret in plano perpendiculariter erecto ad superficiem speculi, non reflecteretur ad plagam oppositam. Hæc tamen ratio mihi clara non videtur.

Unde alii dicunt hoc petendum esse ex resistentia corporis resistentis seu speculi; cùm enim æqualiter hinc inde à plano perpendiculariter erecto resistant partes speculi; debent necessariò remittere locem per planum, ad quod non magis inclinetur speculum ex una parte quam ex alia. Sed solum perpendiculare planum tale est: igitur per planum perpendiculare debet fieri reflexio; nec est ulla ratio cur potiùs in unam partem emittat quam in aliam. Ut si duobus baculis AB,



C D, eodem modo inclinatis, impellatur globus E, neutrius directionem sequetur, sed mediam quandam inibit viam: movebiturque per lineam mediam E F. Pariter si incidat radius in planum, sequetur mediam viam inclinationis illius plani, cum radio incidente: sed hæc media via est quæ fit in plano perpendiculariter erecto. Nam cum radio DC, hinc inde fiunt anguli D C K, D C I; D C G, D C H æquales: ergo mediâ quadam via incedere debet radius reflexus, media autem via est planum perpendiculare.

Alio item modo ostendi potest. Eò magis superficies speculi resistit alicui motui, quò angulum acutiorem cum linea illius motus fecerit, hoc est ideo non regreditur lumen per lineam C D, per quam inciderat; quia nempe angulus D C L, fuerat acutus, ideoque magis lata, & ut ita dicam aperta est via, ut feratur ulteriùs. Sed angulus D C M, est obtusus immo maximus omnium qui fieri potest à linea CD, cum quacumque linea superficiei speculi, ut facile ostendi potest: ergo ibi est minor resistentia.

Alio item modo ostendi potest propositio. Motus per radium incidentem C D, virtualiter compositus est ex motu perpendiculari & verticali, hoc est si simul impelleretur corpus aliquod per lineam D L, & simul per D N, ejus motus esset compositus ex utroque, ita ut si æqualiter ex utroque participaret, ferratur per lineam diagonalem, seu per radium comprehendentem angulum 45 graduum. Sed huic motui quatenus horizontalis est, non resistit speculum, sed tantum pro ut verticalis; ergo pro ut horizontaliter fertur, nullo modo mutabitur: ergo semper eundem horizontalem tractum sequetur. Sed si sequatur eundem horizontalem tractum nempe lineæ DF, manebit in eodem plano ad planum speculi recto, nempe semper in plano DNC, quod (*per* 18.11.) rectum est ad planum speculi; ergo reflexio fit in plano per radium incidentiæ ductum; & rectum ad superficiem speculi.

Mirabitur aliquis quod eodem modo loquar de lumine, ac si verè motum localem haberet; cum tamen certum non sit motum localem illi inesse: fateor quidem cum vix inveniam rationem à priori quare debeat fieri ulla reflexio; ponendo quod lumen sit qualitas, difficillimum mihi esse in ea opinione certas hujusmodi reflexionis regulas à priori demonstrare: vix enim invenio ubi pedem figam. Scio ab aliquibus dici solem determinatum esse, ut quidquid per lineam directam producere non potest propter obices; producat per lineam reflexam. Quod tamen non est ita commune omnibus aliis agentibus, ut pro regula universali assumi possit. Ideoque restat inquirendum quare sol determinatus sit ad agendum hoc modo. Video easdem leges reflexionis corporum observari, in reflexione luminis. Explico prius eam cujus aliquam rationem reddere possum, ut per analogiam ad illam, explicari possit ea quæ nos latet. Affero autem rationem cur detur reflexio in projectis, eadem prorsus propter quam ascendunt funependula ulterius postquam pervenerunt ad lineam directionis, quod oritur ex natura impetus, qui est permanentis naturæ, Ideoque semel productus permanet donec à contrario impetu destruatur; quamdiu autem est, semper movet suum mobile: ita & in corpore ad parietem impacto dicendum est, aut quod maneat, idem impetus qui priùs, novam tantum à pariete determinationem habeat, eo quod impediat ejus iter secundum unam lineam. Quia tamen huic impetui nullo modo contrarius est paries, pro ut fert suum mobile per lineam ipsi parieti parallelam; ideo secundùm illud officium, impetus totum suum effectum habebit: vel dicendum est parietem impulsum vi elastica alium impetum producere.

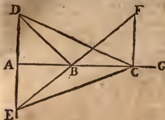
Quod si hujusmodi rationes non videantur sufficere ut efficiant fundamentum istius tractatus; saltem hoc ita se habere, & verè reflexionem fieri, in plano ad superficiem speculi recto, instrumentaliter ostendemus. Si enim ad superficiem cujuscumque speculi verbi gratia horizontalis, excitemus planum ad rectos angulos, & obvertamus aliquam dioptram in eo existentem ad solem; videbimus reflexionis radium in eadem superficie semper remanere, neque ab ea vel tantillum quidem aberrare, & hoc sufficiat ut assumere possimus tanquam axioma reflexionem fieri in plano ad superficiem speculi recto.

SUPPOSITIO II.

Anguli incidentiæ & reflexionis æquales sunt.

Hæc suppositio non minorem patitur difficultatem, variéque torsit authorum ingenia. Dicitur hæc demonstrata ab Herone mechanico in Catoptricis, sed ille Heronis tractatus periit. Ptolomæus & alii cum illo hanc viam inivere, ut ostenderent radios incidentiæ & reflexionis, sub angulis æqualibus factos, esse minimos, qui ab objecto ad visum duci possint. Cum igitur natura compendiosè

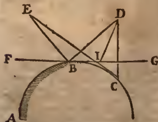
compendiosè agat, & quæ per pauciora potest, non perficiat per plura, debet necessariò fieri reflexio per radios reflexionis & incidentiæ qui angulos æquales efficiant. Consequentia patet; assumptum tanquam principium per se notum, quòd lux, & species quæcumque si dentur, propagentur per lineam rectam, quia illa unica est, & brevissima; ergo si radii incidens, & reflexus sint brevissimi; per eos reflexè lumen propagabitur. Primum antec. facilè demonstro in speculis planis. Sit igitur speculum planum repræsentatum



per lineam ABC, sitque radius incidens FB, radius reflexus BD; ita ut anguli FBC, ABD sint æquales, dico radios FBD esse brevissimos, qui per reflexionem ad speculum ABC factam duci possint à puncto F ad punctum D. Sint enim alij radij FC, CD, ducatur ex puncto D perpendicularis DA, sitque AE æqualis lineæ AD, junganturque lineæ BE, CE.

Demonstratio. In triangulis DAB, EAB rectangulis in A, cum latera AE, AD sint facta æqualia, & latus AB commune (*per 4. primi*) erunt anguli ABD, ABE æquales. Pariter ostendam ACD, ACE, æquales, item bases BE, BD, DC, EC æquales erunt. Sed anguli ABD & FBC supponuntur æquales; ergo anguli ABE, FBC sunt æquales. Quare (*per 14. 1.*) linea EBF erit unica linea, & quia DB, BE æquales sunt, erit tota linea FBE, æqualis radiis BF, BD simul sumptis. Quia autem anguli ACD, ACE sunt ostensi æquales, & ACD supponitur inæqualis angulo FCG, lineæ EC, CF, non jacebunt in directum. Sed linea DC est ostensa sunt lineæ EC & duo latera CF, FE reliquo EF majora, (*per 20. 1.*) ergo FC, CD, radiis FB, BD, majores sunt. Quod erat demonstrandum.

Idem facilè demonstrari potest in speculo convexo ABC. Sit enim radius incidens DB, reflexus

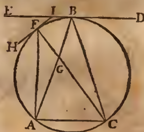


BE, ita tamen ut anguli DBC, EBA sint æquales; sintque alii radii DC, CE. Dico radios DC, CE simul sumptos, majores esse radiis DB, BE simul sumptis. Ducatur enim planum tangens speculum in B, sitque sectio reflexionis & plani illius linea FG, secans radium CE in puncto I, ducatur linea DI.

Ostendam sicut priùs radios DB, BE minores esse lineis DI, IE; ergo cum DCI sint latera majora quam DI; addito communi IE erunt lineæ DC, CI, IE majores quam DI, IE; ergò DC, CE, multò majores, quàm DB, BE. Quod erat demonstrandum.

Si ita benè succederet hæc demonstratio in speculis concavis, videretur demonstrata superior ratiocinatio; videretur allata germana ratio hujus effati: Anguli incidentiæ & reflexionis sunt æquales, Sed falsum est quod in speculis concavis, radii incidens, & reflexus qui æquales angulos incidentiæ, & reflexionis efficiunt, sint brevissimi, qui ab uno puncto ad aliud duci possunt. Immò ostendo eos esse longissimos.

Sint duo radii AB incidens, BC reflexus ita ut ductâ tangente EBD anguli ABE, DBC sint æquales. Est autem (*per 29. 3.*) angulo ABE angulus BCA, & angulo CBD angulus BAC æqualis; ergo æquales sunt BAC, BCA. Ducantur ad quodcumque aliud punctum speculi ABC nempe F radii AF, CF, dico illos simul sumptos minores esse radiis AB, CB.



Demonstratio. Anguli AFC, ABC (*per 21. 3.*) sunt æquales; item anguli AGF, CGB ad verticem oppositi, quare triangula AGF, CGB æquiangula sunt; ideoque (*per 4. 6.*) ita erit AG ad GC, ut AF ad BC; & FG ad GB: Immo junctis duabus ultimis, ita erit AG ad GC, ut AFG ad CBG. Est autem AG prima minor, quam secunda CG, cum in triangulo AGC angulus CAG major sit quam ACG, est enim æqualis toti ACB; erit igitur GBC major quàm AFG; quare AG minima quantitas in proportionalibus & maxima GBC, (*per 25. 5.*) seu ABC majores erunt intermediis, CG, & AFG, seu radiis AFC; quod erat demonstrandum.

Ex quo concludes falsum esse illud axioma, nempe quod radii incidens, & reflexus qui faciunt angulos incidentiæ, & reflexionis, sint minimi qui à puncto ad punctum duci possunt.

Nihilominus ut totum suum robur obtineat, quia specula curva continent virtualiter superficies variè inclinatas, possunt considerari non tanquam ut unicum speculum sed tanquam plura. Quia enim in ipso puncto contactûs, specula curva se habent ut plana ideo sufficit, quod radij incidentiæ & reflexionis æqualium angulorum sint minimi eorum qui duci possint ad idem speculum, consideratum prout habens eandem inclinationem, nam dum mutatur inclinatio fit diversum

speculum

ſpeculum, ut ducta per punctum F tangente H I, punctum F circuli eandem habet inclinationem, ideoque ſupponit pro alio ſpeculo, quæ reſponſio habet aliquid boni.

Alia ab aliis initur via, ut aſſumaot tanquam principium, quod ſi objectum in oculum per reflexionem radiet; & conſequenter videatur, ſi permutent locum ita ut objectum locum oculi, & oculus locum objecti obtineat, adhuc objectum eadem viâ radiabit, & ab oculo videbitur.

Sit enim oculus E, CB ſpeculum, A objectum, F quod per reflexionem radiet in oculum E, ita ut ſit radius incidentiæ FC, & angulus F C B, radius reflexionis CE, & angulus ACE, transferatur oculus in F, & objectum in E, videbitur adhuc objectum, ita ut eadem viâ radiet in objectum F, quod non niſi experientiâ haberi poteſt; quo poſito facilè concluditur angulos incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe. Ponatur in primo caſu angulum incidentiæ F C B, majorem eſſe angulo reflexionis A C E; factâ tranſlatione angulus A C E, fiet angulus incidentiæ; ergo pariter major eſſe debebit angulo reflexionis; ergo non radiabit per CF, cum angulus FCB, major ſupponatur quàm ACE, neque enim dici poteſt aliquando angulus incidentiæ, major angulo reflexionis, aliquando minor, cùm natura ſimiles ſemper obſervet leges. Igitur ſi per eandem viam objectum, aut luminoſum radiat reflexè; neceſſarium eſt ut anguli reflexionis, & incidentiæ ſint æquales.

Hæc ratiocinatio fundatur in ſolâ experientiâ, videbitúrque tam benè potuiſſe aliquem experiri immediatè, an anguli incidentiæ, & reflexionis ſint æquales, quam an tranſlatis oculo, & objecto eadem viâ fiat reflexio. Nihilominus quia ad experientiam capiendam nulla ſunt neceſſaria inſtrumenta, quæ in alia requirerentur, nec eſt tam facilis aberratio, ideo neque eam contemnendam duxi.

Pater Zuchi (ſi tamen benè ejus mentem aſſecutus ſum,) ita hoc probare nititur. Primò ſupponit expediens fuiſſe ut propagatio luminis, aut ſpecierum, quæ fit per lineam directam, impediri poſſet per interpoſitionem corporis opaci, nihilominus non ut ceſſaret propterea omnis actio; ſed tantum alio dirigeretur, ideoque debuit ſecundum menſuram, qua impeditur pergere in directum, propagari per reflexionem, aliis omnibus in eodem ſtatu permanentibus, mutata tantum directione. Sed ſi omnia maneant immutata, exceptâ directione, anguli incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe debent. Minorem probat hoc modo. Sit radius aliquis non mathematicus ſed phyſicus, qui ſumatur modò per modum cylindri, cujus extremæ lineæ ſint AB, C D, qui ſecetur obliquè plano EF, certum eſt tam angulum A E H, æqualem eſſe angulo BEG, oppoſitò ad verticem, quàm angulum CEH, angulo GED. Jam invariato ſitu pars B E E D, quæ niſi obſtitiſſet corpus opacum proceſſiſſet ulteriùs, ex alia parte producatur, ita ut omnia eodem modo, & baſis baſi ſuperponatur; aut potius eadem ſit, neceſſariò æqualis fiet angulus nempe IEG æqualis erit angulo BEG; ergo & angulo AEH. Si enim eſſet alius angulus, non eſſet eadem conſtitutio iſtius radii cum ſua baſi quæ communis eſt utrique radio, vel baſis reflexionis eſſet major, aut minor baſi incidentiæ, cum tamen unica eſſe debeat. Quod ſi baſi manente eadem alius fieret angulus: radius reflexus, coarctaretur & conſequenter intenderetur, ſi nempe radius reflexus ſit magis obliquus, quam incidens; rareſieret autem ſi baſi manente eadem eſſet magis perpendicularis. Cum igitur natura maximè attendat ad ea quæ ſunt communia, & in ſpeculis præcipuè planis, ut reflexiones non immutent radiationem, quo ad intenſionem, aut figuram objectorum; neceſſarium fuit ut reflexiò fieret ad angulos æquales incidentiæ & reflexionis. Nam vix dantur ſpecula naturalia quæ ſint Sphærica, nam aquæ, lacus, maria ſunt ſpecula phyſicè plana. Unde illorum potiùs rationem debuit habere natura quam artificialium ſpeculorum.

Verùm ut dicam quod res eſt, in rebus phyſicis nullam afferre rationem niſi ut ita dicam moralem, & quod maximè convenientiſſimum fuit ſieri naturali, non puto ſufficere; ideoque ſi fieri poſſit quærendum eſt aliquid ulteriùs.

Adde quod hæc ſpecula naturalia quæ vocant, & quorum præcipuè ratio habet natura, non ſunt plana, neque etiam phyſicè, niſi exigua tantum pars conſideretur, mare enim ad ſenſum ſphæricum eſt; Igitur in ſphæricis debuit talis reflexio fieri quæ rerum imagines non mutaret, nec lumen diſpergeret, quæ omnia etiam falſa ſunt.

Alia ejuſdem principii ratio affertur à D. Deſcartes, videturque jam prius fuiſſe allata à Proclo l. 1. Commentarii in Euclidem cap. 4. Conſiderat igitur radium luminis incidentem eodem prorſus modo quo conſiderat motum localem alicujus pilæ. Supponit autem determinationem motus ad certam lineam capeſſendam, non ſemper oriri ex eadem præciſè cauſa ex quâ oritur ipſe motus, ita dum ab homine impellitur pila luſoria, homo ipſe motum producit, ſitus autem reticuli determinat motum ad certam lineam. Ita dum tota in orbem movetur ſi lapillus ab ea impellatur non in orbem, ſed per lineam rectam movebitur; pariter quomodocumque impulſus in tota producatur, ſemper in orbem movebitur.

Ex quo ſequitur (inquit) mirum non eſſe ſi corpus durum poſſit mobilis in ipſum incurrentis motum determinare ad certam viam ineundam; licèt ipſum corpus durum non ſit prod-

productivuum motus. Supponit item motum quemcumque posse dividi in duos motus, posseque considerari sub duplici ratione, ita solis motum realiter spiralem partimur in duos motus, diurnum & annuum, nam sæpè accidit ut ex duplici causa ille motus oriatur.

Sit igitur pila A, quæ feratur per lineam AB, illius motus duplicem habet considerationem; primò quidem accedit ad lineam CB, & item accedit ad lineam D E F. Quod ut melius concipias, finge pilam A, simul impelli à duobus; nempe ab uno secundùm lineam AC, & ab alio secundùm lineam AD, vel æqualiter, & tunc linea A B erit diagonalis quadrati, vel inæqualiter, parum interest. Feretur ergo pila A per lineam AB, impulsui facto per AD, nullo modo contrarium est corpus durum obsistens, extensum scilicèt secundùm lineam CBE; cum linea AD ipsi sit parallela; motui autem secundùm lineam A C, obsistit directè corpus C B, & quantùm est de se remittit pilam secundùm lineam CA, aut BG. Sivè ipsum corpus durum verè incutvetur in B, & dum se reducit remittat pilam quantum est de se per lineam B G, quod volunt nonnulli, & posset confirmari multis rationibus, nam quæcùmque vim habent elasticam melius reflectunt, ut sunt tericula ex nervis tensis compacta, corpora dura. Mollia verò vix reflectunt. Sive ut vult ipse Descartes, quod idem motus secundùm lineam AC, per occursum corporis duri determinetur ad contrariam omninò lineam. Dum igitur pila pervenit in B, motus illius quatenus movet secundùm lineam AD non mutatur, quia corpus C B E, illi oppositum non est; sed parallelum, motus verò quatenus ferebat per lineam AC seu GB, motatur in contrarium, & jam ascendet pila per lineam BG. Quia autem interea dum ascendit per lineam B G, motus qui ferebat per lineam AD perseverat, & eodem modo se habent isti motus, hoc est si fuerunt æquales in descensu sunt etiam æquales in ascensu, si unus tantisper excedebat alium in descensu, eodem etiam excessu superabit in ascenso, fiet linea B D, eodem prorsus modo inclinata, quo linea AB; igitur angulus reflexionis est æqualis angulo incidentiæ.

Notandum tamen quod jam indicavi aliàs, ut aliqoid etiam addam de meo, quòd quoties pila impellitur in corpus, si comprimatur aut moveatur illud corpus semper eodem modo motum iri deorsom, & quantum est de se remissurum corpus per lineam perpendicularem. Ut si corpus F B, impellatur lineis AB, CB, DB, punctum B descendet in E, & semper quantum est de se remittet pilam secundùm lineam perpendicularem B D, licèt si pila habeat aliquem impetum cui contra-

rium non sit corpus F B, possit ille habere suom effectum, ita ut motus totalis constet duobus, & secundùm lineam inclinatam magis aut minùs feratur, pro ut motus horizontalis, seu parallelus magis, aut minus perfectione superabit perpendicularem.

R. P. Maignan aliam affert ejusdem axiomatis rationem, quæ desumitur præcipuè ab ea definitione, & consideratione radii, quam habet Thomas Obs Anglus, quâ nempè radium directum considerat per modum corporis alicujus totalis cujus partes certam habent inter se unionem, & hoc modo putat idem Obs se dare aliquam rationem refractionis, quæ in opinione communi est valdè difficilis. Hanc autem etiam reflexioni applicat Maignan, putátque eam esse optimam rationem, & radii luminosi considerationem, quæ utriúsque reflexionis nempe, & refractionis rationem reddere potest.

Sit igitur radius lucis à sole emissus quasi cylindrus cujus sectio, sit parallelogrammum A B C D, hic radius dum obliquè incidet in corpus E D, necessarium est, ut priùs punctum illius

D, tangat planum B D, quam ejusdem punctum B, punctum autem D subitò resiliet, non potest autem resilire quin impellat totam lineam D B, eoque impulsu & quasi subsultatione, & trepidatione totius radii, deviabit tantisper à recto tramite, describétque lineam paulisper incurvam BFE; interea verò, dum describet lineam B F E, punctum D similem & æqualem, lineam describet nempe DBF, ergo dum punctum B attinget corpus opacum in puncto E, punctum D pervenerit in F, deinde motu semper æquali ferentur nempè per lineas LI, HG, semper parallelas lineæ FE; sed hoc posito anguli incidentiæ, & reflexionis æquales erunt.

Quod autem hæc omnia ita se habeant hoc modo probatur. Sit centrum percussionis, quo fertur linea BD versùs ED, in puncto K, nempe ejus medio, certum est quod dum sistitur punctum D, quod non est centrum percussionis; alia

pars

pars nempè D B ulterius progredietur, ut experimur in aliis omnibus motibus; ut quoties non sistitur mobile per centrum directionis & motûs, aliæ partes ulteriùs progrediantur, interea verò punctum D resilit, & quia est centrum repercussionis, debet nonnihil totus impetus, & motus perturbari. Quia autem lineæ ejusdem DB, punctum D ascendit, & punctum B descendit, & hoc æqualiter cum repercussio in puncto D facta, æqualis sit descensui, quo totus radius ferebatur deorsum, ideo necessarium est, ut detur aliquod punctum in linea B D, quod neque ascendat neque descendat; sed moveatur parallelè, estque punctum K, quod rectà feretur in O, Interea dum punctum B descendit, & D ascendit, eáque puncta describent cycloidem aliquam circa punctum K motum, usque in O, cessabit autem hujusmodi motus vertiginis quando punctum B, percutiet corpus ED in puncto D. Item facilè probari potest ex eo quòd æqualis sit motus puncti D, ascendentis motui puncti B descendentis, erunt portiones D B F, B F E æquales, & consequenter lineæ F E, BD, æquales, sunt item lineæ EF, BD æquales: quare (*per 7. 1.*) triangula F E D, B E D omninò æqualia, & anguli FED, BDE æquales, & consequenter anguli BED, FED incidentiæ, & reflexionis æquales, quod erat demonstrandum.

Atque hæc sunt communiter principia physica ex quibus fundamentum totius Catoptrices stabilitur; licèt autem rationes allatæ non omninò demonstrent; hoc tamen non impedit quo minus hoc supposito principio, saltem experientiâ indubitatâ comprobato, possit ulteriùs progredi mathematicus suásque demonstrationes perficere.

SUPPOSITIO III.

De Loco imaginis.

Supposuerunt ut indubitatum ipséque Euclides inter alios, locum imaginis, seu locum in quo videtur objectum per reflexionem esse in catheto, seu perpendiculari incidentiæ. Videtur locus ille Euclidis vitiatus, neque enim tam fœdus error in tam illustrem virum cadere potuit. Ut enim probet objectum A, videri ab oculo B, in perpendiculari AC, si enim (inquit ille) assumatur punctum C. non amplius videbitur objectum A, falsum est quod si tegatur punctum C, modò remaneat punctum D, objectum occultatum iri, quare hanc probationem ut inutilem hic non moror.

2. Probatio potest peti ab experientiâ. Si enim linea AC, aut cylindrus erigatur perpendiculariter supra speculum CD, videbitur cum sua imagine unicam rectam lineam constituere, sed si objectum videretur extra cathetum incidentiæ, objectum reflexè visum, non videretur unicam, & totalem lineam constituere, cum sua imagine; ergo videtur in catheto incidentiæ. Major est experientia quam quilibet facere potest, non tantum in speculis planis, sed etiam in aliis quibuscúmque; ergo jam constat experientia videri objectum esse in catheto incidentiæ.

3. Præcipua ratio debet non simpliciter proponi, sed cum aliquo addimento & explicatione: debet enim oculus eodem modo videre objectum esse in loco in quo non est, propter reflexionem; quo potuit judicare de ejus distantia & loco, sine reflexione nempè ut radii directi. Si ergo oculus eodem modo afficiatur, & eodem modo recipiat lumen ab objecto per reflexionem, quo illud exciperet si objectum inveniretur in catheto incidentiæ, ex iisdem causis quibus posset judicare oculus de distantia objecti per radium directum, ex iisdem judicabit per reflexionem illud esse in catheto incidentiæ. Quare primò quidem oculus videt objectum esse in eo spatio ex quo lumen illi ab objecto remittitur; sed clarum est quod licèt objectum sit in A: quia tamen ultimus radius qui oculum afficit est DB, oculus sentit objectum esse in linea DB. sed hæc linea ulteriùs producta fertur usque ad cathetum incidentiæ, ergo videt objectum esse versùs cathetum incidentiæ.

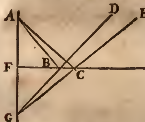
Restat igitur ut oculus judicet de distantia. Si enim non judicet de distantia eámque non percipiat, non potiùs percipiet objectum esse in puncto E catheti, quàm in puncto F, aut in puncto D, si à quolibet objecti puncto ad oculum unicus tantum radius duceretur; vix esset ullus modus quo unus oculus posset dignoscere objectum esse distans aut absens. Diximus autem aliàs unum oculum posse dignoscere distantiam objecti inter alia, eò quòd radii ad eandem partem objecti pertinentes, non possint uniri nisi aut crystallinus coarctetur, aut retina certo modo à christallino removeatur; sed ne idem sæpius repetamus. Unus oculus videbit objectum esse in catheto incidentiæ, si omnes radii reflexi eodem modo ad oculum perveniant, ac si verè emitterentur ab eodem puncto catheti incidentiæ, seu quod idem est si producti conveniunt in catheto incidentiæ, igitur videt objectum esse in catheto incidentiæ. Probatur minor. Sit objectum A, sintque duo radii reflexi ad duas partes pupillæ E & F, nempe DE. CF, sumantúrque etiam non in eadem superficie reflexiva, sed in diversis. Et primò quidem quod concurrant hi radii E D, FC ostenditur, si enim non concurrerent videretur objectum quasi infinite distare, sed hoc est contra omnem experientiam, ergo veniunt quasi ex eodem puncto emitterentur. Sit igitur punctum concursûs G, jungatúrque linea AG, dico lineam AG, esse cathetum incidentiæ, quod sic ostendo. Superficies reflexiva AGDE est ad speculum recta per

suppositionem primam, item superficies reflexiva AGCF, est etiam ad speculum recta, ergo (*per 19. 11.*) communis eorum sectio ABG, est ad superficiem speculi recta. Quod erat ostendendum.

Hæc demonstratio majorem vim habet in duobus oculis. Supponantur enim esse duo oculi in E & F; oculus E videbit objectum esse in linea ED producta; & oculus F in linea FC, quæ duæ lineæ nisi concurrant omnino, objectum videbitur duplex, suppono autem lineas ED, FC esse axes Opticos. Si verò concurrant in G, ducatur AG, hanc dico esse perpendicularem ad planum speculi cum enim perficies reflexionis AGDE, sit ad speculum recta, item superficies AGCF, erit (*per 19. 11.*) communis sectio AG, ad eandem superficiem recta.

Licèt autem hæc demonstratio videatur tantum procedere in speculis planis, haber etiam suam vim in sphæricis, si benè intelligatur quid sit superficiem, ad superficiem sphæricam esse rectam. Illud enim planum rectum est ad superficiem sphæricam, quod rectum est ad omnia plana quæ duci possunt in omnibus punctis illius circuli, qui communis est sectio plani, & superficiei sphæricæ. Quare si duo plana eidem superficiei sphæricæ sint recta; erunt etiam ambo recta illi plano tangenti quod ducetur in puncto in quo eorum communis sectio secat superficiem sphæricam; atque adeo ostendemus quod præcipuè quando duo oculi sunt in duabus superficiebus rectis, etiam ad superficiem curvam, axes duorum oculorum directi secundùm duos radios reflexos, necessario convenient in aliquo puncto catheti incidentiæ.

Si verò duo oculi inveniantur in eadem superficie sphærica, erit paulò difficilius idem ostendere in speculis curvis, facilè autem in planis; quod ita ostendo, Sint duo oculi D & E, videntes idem objectum A, per radios reflexos BD, CE, sintque oculi D, & E, in eadem superficie reflexiva. Ducatur perpendicularis AFG, quia in triangulis ABF, GFB, anguli ABP, GBF, sunt æquales, cum tam ABF, ipsi DBC, (*per supp. a.*) quàm FBG eidem DBC, oppositus ad verticem sit æqualis; item anguli ad F sint recti, & latus FB commune, erunt latera AF, FG æqualia. Jam dico lineam CE, productam non posse cadere neque infra neque supra punctum G; quia pariter in triangulis ACF, GFC, lineæ AF, AG, per eandem, debent esse æquales; non essent autem æquales si EC producta caderet infra aut supra punctum G.



In curvis expendemus suo loco, an etiam quoties duo oculi sunt in eadem superficie reflexiva id accidat. Probat enim Keplerus id non semper avenire; sed nonnunquam inveniri in alio loco quam in concursu catheti incidentiæ, & radij reflexi. Nempe si sint duo oculi erit locus imaginis in concursu utriúsque radij reflexi. Est igitur universaliter verum, primò quomodocúmque collocentur oculi in speculis planis locum imaginis esse concursum catheti incidentiæ, & radij ad oculum reflexi. In aliis verò quibuscúmque, quoties unica apparet imago, & oculi non sunt in eadem superficie reflexiva, toties etiam objectum apparere in catheto incidentiæ, sed de hoc infrà.

Positis hujusmodi communibus suppositionibus; primò agemus de speculis planis eorúmque proprietatibus. Secundò de convexis omnibus, deinde de concavis. Item de parabolicis, Ellypticis & hyperbolicis. Ultimò de reflexione corporum scabrorum.

PROPOSITIO I.

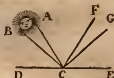
Theorema.

Specula ab omni puncto reflectunt, à qualibet objecti aut lucidi parte emissos radios.

Quodlibet objecti aut lucidi punctum radiat per lineas rectas in omnem partem, ergo à quolibet objecti puncto ad quodlibet speculi, emittitur radius; sed omnis in speculum emissus radius reflectitur; ergo à quolibet speculi puncto cujuslibet objecti à quo ad ipsum duci potest linea recta, radius aliquis reflectitur.

COROLLARIUM.

Ex quo sequitur quod in singulis speculi punctis fiat pyramis incidens cujus vertex in speculo, basis in objecto. Pariter fiat alia pyramis reflexa cujus vertex in eodem speculi puncto, & basis semper augeatur quantum ab objecto recesseris. Sit enim sol AB, à cujus singulis partibus, ad idem speculi punctum C emittantur radii; sintque pro omnibus radii AC, BC; quia angulus ACD, major est angulo BCD; AC reflectetur per CF, & BC in CG, ita ut angulus FCE, sit major angulo GCE. Quod autem dixi de his radiis de aliis etiam omnibus intelligendum est.



PROPOSITIO II.

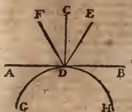
Theorema.

In omnibus speculis, radius incidens perpendicularis, in seipsum reflectitur, inclinati verò ex parte obtusi anguli reflectuntur.

In speculo AB, sit quicumque radius CD perpendicularis, dico illum in seipsum reflecti; si enim reflecteretur per alium quemcumque radium v. g. DE, angulus reflexionis EDB minor esset angulo ADC, incidentiæ, contra suppositionem secundam.

Item sit radius incidens EDB, obliquus, & acutus, dico hujusmodi radium non reflecti in seipsum

seipsum, quia angulus E D B incidentiæ, minor esset angulo reflexionis ADE qui in hoc casu ob-



tusus esset, cum sit complementum ad duos rectos anguli acuti E D B.

Tertiò non reflectetur radius incidens ED versus acutum angulum EDB, propter eandem rationem, sed versus obtusum angulum A D E, ita ut radius reflexus dividat angulum obtusum A D E, qualis est radius F D.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Linea dividens bifariam angulum quem comprehendunt radii incidens, & reflexus, perpendicularis est ad superficiem speculi.

In eadem figura sit radius ED incidens, & FD reflexus, angulus ab ipsis comprehensus EDF, sit linea C D, in eodem plano dividens angulum EDF æqualiter, dico illam esse perpendicularem ad superficiem speculi.

Demonstratio. Cum(*per 2. suppos.*)anguli EDB, & F D A sint æquales, item sint æquales F D C, EDC, cum angulus EDF supponatur divisus bifariàm, erunt anguli ADC, BDC æquales, & cum superficies reflexiva sit ad superficiem speculi recta per primam suppositionem, cujus est communis sectio AB (*per 4. def. 11.*) erit GD perpendicularis ad planum speculi.

Quod etiam intelligendum est quando speculum est curvum; tunc enim in puncto reflexionis intelligimus planum tangens superficiem curvam, ad quod si linea recta sit, erit etiam recta ad superficiem speculi.

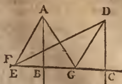
PROPOSITIO IV.

Theorema.

Punctum reflexionis est inter duas cathetos incidentiæ & reflexionis.

Sit punctum A quod radiet in speculum BC, ita ut radius remittatur in punctum D, sint autem catheti incidentiæ quidem AB, reflexionis DC; dico punctum speculi reflectens ex A in D esse inter C & D.

Demonstratio Puncta A & D sunt in eodem plano reflexivo ad superficiem speculi recto (*per primam suppositionem*) ergo tale planum illud est quod per AB, CD ducitur; sit illius plani, & superficiei speculi communis sectio linea BC, sive recta sive circularis, dico punctum reflexionis esse



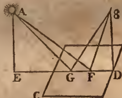
in ea linea inter B & C. Primò est in ea linea, si enim extra illam esset, radius reflexus & directus, invenirentur in diversis planis, aut saltem non in plano ad superficiem speculi recto, quod est contra primam supp. Addo insuper punctum illud esse inter B & C. Sit enim si fieri potest extra B, C, verbi gratia in puncto E, ita ut radius incidens sit AE, & reflexus sit E D. Cum angulus A B E supponatur rectus AEB erit acutus; ergo (*per 1. hujus*) ED non potest esse reflexus; sed radius reflexus deberet dividere angulum obtusum A E F; ergo punctum reflexionis est inter C & B quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Radii ab eadem objecti, aut lucidi parte emissi, non reflectuntur ad idem punctum, à diversa speculi plani parte.

Sit centrum disci solaris punctum A, sitque punctum quodcumque spatii 8, speculum C D, dico fieri non posse ut duo radii à solis puncto A



emissi, ad duas speculi partes reflectantur ad punctum 8. Intelligantur enim à puncto A ad planum speculi C D productum si opus sit demissæ perpendiculares AE, 8 D quæ jungantur linea E D, punctum reflexionis per præcedentem est in linea CD. Sit primò punctum F ita ut anguli A F E, 8 F D sint æquales, dico nullum aliud assignari posse punctum in quo fiat reflexio puncti A. Assignetur enim si fieri potest punctum G, ita ut radius AG sit incidens, & G, 8 reflexus.

Demonstratio. In triangulo angulus AGE externus (*per 16.1.*) angulo AFG interno major est; sed angulus 8 F D supponitur æqualis angulo A F G: ergo angulus A G E aut illi æqualis (*per suppos. 3.*) angulus 8 G D angulo 8 F D major erit. Sed 8 F D est externus respectu anguli 8GD; ergo angulus 8 F D angulo 8GD simul & major & minor est, quod est absurdum, ergo non possunt ab eodem objecti puncto, ad idem

idem punctum spatij reflecti duo radij; sed unicus tantum in speculis planis.

COROLLARIUM.

Unico speculo plano quantumvis magno, ad solem ignis non generabitur. Nam ad hoc ut ignis generetur deberent radii ab eadem solis parte procedentes & ad diversas speculi partes emissi, remitti per reflexionem ad idem punctum, sed hoc fieri non potest; ergo neque ignis generari. Si enim in eodem puncto spatii unicus sit singularum partium solis radius, non erit calor vehemens, cum per radium directum id etiam fiat ut in singulis aëris partibus inveniantur radii pertinentes ad singulas partes solis, quælibet enim suum lumen producit in eo spatio ad quod duci potest linea recta, neque tamen est calor immodicus; ergo etiamsi per reflexionem idem fiat, non sequetur maximos calor. Erit quidem major calor si reflexio fiat versùs eam partem aëris quæ est jam illuminata à sole, ita ut in ea sint radii directè à sole producti & reflexi ab eodem sole, sed adhuc non erit intolerabilis ille calor.

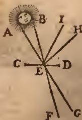
Si tamen adhibeantur plura specula, etiam plana, poterit generari ignis ut dicemus.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

In speculo plano idem accidit quod in foramine, ita ut in magna distantia à speculo, radius solaris remissus sit rotundus, & amplietur.

Sit sol AB, sitque speculum CD, quod sit minimum. Dico quod eodem modo quo si C D



esset foramen, radii solares in foramine intersecarentur, & post foramen iterum à se invicem recederent, ita ut fiant duo contrapositi coni, quorum vertex esset in foramine E, ita etiam fiat per reflexionem alius conus eundem communem verticem habens.

Demonstratio. Cum enim in puncto E, tam deorsum, si supponatur esse foramen, fiant radij ad verticem æquales, quam sursum per reflexionem fiant anguli reflexionis, æquales angulis incidentiæ. Nam primò si radij AE, BE sint in eadem superficie reflexiva, erunt etiam radii reflexi EI, EH in eadem superficie. Quia autem anguli BEC, IED sunt æquales, si ab illis auferantur anguli AEC, HED, remanebunt anguli AEB, IEH, æquales.

Si verò radii AE, BE sint in diversis planis reflexivis, hoc est radius AE (*per primam supp.*)



sit in eodem plano ad superficiem speculi recto cum suo reflexo EH, item BE sit in eodem plano cum EI reflexo sibi correspondente. Sit communis sectio illorum planorum linea KE, assumptoque in ea puncto K ducatur linea AKH item ex B per K, ducatur linea BKI, quæ nisi punctum K fuerit valde remotum secabunt radios reflexos in punctis H & I: jungantur lineæ HI, AB.

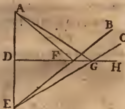
Demonstratio. In triangulo AEH cum linea EK angulum AEH bifariam dividat, erit (*per 3.6.*) ut AK ad KH, ita AE ad EH, pariter erit ut BK ad KI; ita BE ad EI. Sed in triangulis BKA, HKI anguli in K sunt æquales: item lineæ BK, AK æquales sunt: propter immensam solis à puncto K distantiam; quare triangula AKB, HKI, sunt proportionalia. Unde ostendam triangula AEB, HEI esse proportionalia: ergo & angulos AEB, HEI esse æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

In speculis planis objectum videtur in concursu radii reflexi cum catheto incidentiæ.

Sit objectum A, oculi B & C, cathetus inci-



dentiæ AD sit radius reflexus FB, dico objectum videndum in concursu radii FB cum catheto incidentiæ AD. Sint enim radii incidentes AF, AG, junganturque linea EG.

Primò ostendo radium BF concurrere cum AE. Nam (*per 1. supp.*) radius reflexus FB in eodem est plano cum radio directo, & cum perpendiculari AD quod requiritur ut concurrant; insuper cum in triangulo ADF, anguli DFA, & ADF sint duobus rectis minores, & angulus AFD (*per supp. 3.*) sit æqualis BFG, & hic sit æqualis opposito ad verticem DFE, erunt anguli DEF, DFE duobus rectis minores, & (*per 11. Axioma Eucl.*) linea DE, FE, concurrent.

Deinde

Deinde in triangulis ADF, EDF cum anguli ad D recti sint, & anguli AFD; EFD sint ostensi æquales, & linea DF communis (*per* 26.1.) erunt reliqua æqualia: atque adeo linea AD lineæ DE. Probo autem modò radium CG, productum concurrere cum BF in puncto E, & primò quidem (*per primam suppositionem*) radius reflexus CG est in eodem plano cum radio AG & perpendiculari AD, in quo etiam plano (*per* 2. 11.) invenitur linea EG. Secundò in triangulis EDG, ADG, cum latus DG sit commune, & AD, ED sint probata æqualia & anguli in puncto D recti erunt (*per* 4. 1.) anguli, EGD, AGD æquales; sed AGD supponitur (*per* 3. *supp.*) æqualis angulo CGH; ergo anguli EGD, CGH æquales; ergo addito communi EGH erunt anguli EGD, EGH qui sunt duobus rectis æquales, æquales duobus CGH, EGH; ergo (*per* 14. 1.) lineæ CG, GE, in directum cadent. Sed objectum videtur ab oculis positis in B & C. In concursu radiorum ad ipsos reflexorum: ergo objectum videtur in E. Immo si poneretur alter quicumque oculus, ostenderem ab ipso semper videri objectum in E, & quemcumque radium reflexum à quo videri possit punctum A, semper productum convenire in punctum E.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

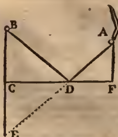
In speculis planis, locus in quo videtur objectum, tantum immersus est intra profunditatem speculi, quantum objectum extat supra superficiem speculi.

Hæc propositio est tantum corollarium præcedentis; ostendimus enim locum apparentem objecti esse punctum E, & lineas AD, DE, esse æquales. Ideoque locus apparens objecti, est in catheto incidentiæ, tantùmque distat à superficie speculi quantum ipsum objectum.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Dato loco objecti, & oculo, assignare punctum reflexionis.



Sit datum objectum in A, & oculus B. Debet assignari locus reflexionis, ducatur ex puncto B perpendicularis ad planum speculi, sitque BCE; abscindatur linea CE, æqualis lineæ BC, ducaturque linea AE, secans speculum in C. Dico punctum D, esse punctum in quo fit reflexio.

Demonstratio. Ostendam sicut priùs angulos BDC, CDE esse æquales. (*per* 4.1.) & angulos CDE, ADF, oppositos ad verticem esse æquales; ergo anguli ADF, BDC, erunt æquales. Ergo lumen propagatum per AD, reflectetur in B. Quod erat demonstrandum.

Hæc propositio usui potest esse in tudiculari ludo. Si quis enim reflexè globo A, velit attingere globum B, & quærat locum in quo fieri debeat reflexio, ad hoc ut attingat globum B, ducat ad superficiem planam reflectentem perpendicularem BC, quæ ulteriùs producatur, ita ut sit CE, æqualis ipsi BE; dico si ex A, collimet rectà in E, quod reflexio attinget punctum B, attinget autem punctum B, si anguli ADF, BDC sint æquales, erunt autem æquales cum uni tertio nempe angulo CDE æquales sint. Ut superius probavi.

PROPOSITIO X.

Theorema.

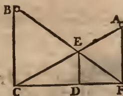
In speculis planis catheti incidentiæ, & reflexionis radiis incidenti, & reflexo item distantiis cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales.

In superiori figura sint catheti incidentiæ BC, reflexionis AF; item radius incidentiæ BD, reflexionis DA, item distantia catheti incidentiæ à puncto reflexionis CD, & distantia catheti reflexionis ab eodem puncto reflexionis sit FD. Dico ita esse BC ad AF; sicut BD ad AD, & sicut CD ad FD.

Demonstratio. Triangula BCD, AFD sunt æquiangula, cùm anguli C, & F sint recti, & anguli BDC, ADF sint æquales (*per supp.* 2.) quare (*per* 4.6.) ita erit BC ad AF, sicut BD ad DA, & sicut CD ad FD. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Hâc suppositâ propositione, alio modo inve-



niemus punctum reflexionis. Sit enim pariter globo A attingendus per reflexionem globus B. Sint ductæ catheti incidentiæ AF, reflexionis BC, ducantur BF, AC, se intersecantes in E, ducatur perpendicularis ED. Dico punctum E, esse punctum reflexionis. Cum enim BC, ED, sint parallelæ erunt triangula DEF, FCB æquiangula, & (*per* 5. 6.) proportionalia, quare ita erit DF ad DE, sicut CF ad CB; pariter erit ut DE ad CD, ita AF ad CF, sunt igitur 6, quantitas in pertur-

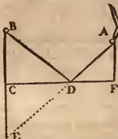
bata ratione quas ita disponere possumus DF, DE, CD, AF, CF, CB. Quare ita erit DF ad CD; ut AF ad CB; sed distantiæ cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales ipsis cathetis: igitur DF, & CD, sunt illæ distantiæ: Quare punctum D, est punctum reflexionis. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XL

Theorema.

Distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis incidentia, & reflexionis.

In penultima figura locus imaginis objecti B, respectu oculi A, est punctum E, cujus distantia



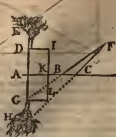
ab oculo est AE, sed AE, componitur ex AD radio reflexo, & DE, quam ostendimus æqualem esse radio incidenti BD; ergo distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis directo, & reflexo. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XIL

Theorema.

In speculis planis horizontalibus, altitudines verticales, eversa apparent.

Sit speculum horizontale AB, qualis est nempe aqua restagnans; sitque altitudo verticalis ut do-



mus, aut arbor ADE, à cujus singulis punctis intelligantur duci perpendiculares ad planum speculi, sitque puncti D perpendicularis DG, ita ut æquales sint lineæ AD, AG, item sit perpendicularis AE, cui sit æqualis AH. Dico hanc altitudinem videri inversam ab oculo in F posito.

Demonstratio. Altitudinem AE, eversam apparere est punctum E, quod taliter magis distat à centro terræ, apparere in loco viciniori centro terræ, & punctum D, minùs remotum ab eodem, apparere in loco altiori, quam punctum E, sed hoc accidit; nam (*per 9. hujus*) objectum tantum videtur intra profunditatem speculi, quantum extat supra speculum, sed punctum E, magis distat à speculo, quam punctum D: ergo videbitur in loco magis etiam distanti ab ipso speculo, sed versùs aliam partem: ergo altitudines verticales in speculis planis horizontalibus videntur eversæ. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

In speculis planis, magnitudines speculo parallela, etiam apparent eidem parallela.

Sit speculum AB, magnitudo DI ipsi parallela, dico si spectetur reflexè ab oculo F, talem magnitudinem eidem speculo videri parallelam. Ex D & I, & aliis quibuscúmque punctis, ducantur perpendiculares DAG, IKL ita ut DA, AG; IK, KL, sint æquales.

Demonstratio. Punctum D (*per 9. hujus*) videbitur esse in D & I in L, ideóque apparentia magnitudinis DI, est GL; sed DA, IK sunt parallelæ (*per 14. 11.*) cum sint perpendiculares ad idem planum speculi. Item DI, IK supponuntur parallelæ, igitur AI est parallelogrammum & (*per 34. 1.*) DA, KI sunt æquales. Igitur & æquales erunt AG, KL, quæ etiam sunt parallelæ: ideóque (*per 33. 1.*) AK, GL erunt parallelæ.

Dum autem dixi apparere parallelas, intelligendum quod appareant eodem prorsus modo quo si in GL, esset realiter magnitudo speculi AB parallela, quæ spectaretur directè ab oculo F, sæpe enim posset accidere aliqua fallacia, quæ non oritur præcisè ex reflexione, hoc est quæ tam bene esset si spectaretur objectum directè ex puncto F, quod esset in GL.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Magnitudines realiter ad speculum inclinata reflexè spectata ad idem speculum inclinata apparent.

Sit magnitudo AB ad speculum BD inclinata, ita ut angulus ABD sit acutus, dico pariter eodem modo hanc magnitudinem ex alia parte visum iri inclinatam, sit enim oculus in puncto F, ducanturque CKI, ALE, ita ut tam lineæ CK, KI; quàm LA, LE sint æquales (*per 9. hujus*) punctum C, apparebit in I, & punctum A, in E punctum autem B, in proprio loco. Igitur linea BI, erit apparentia lineæ CB. In triangulis autem CBK, IBK, cum anguli in puncto K sint recti, lineæ CK, KI

æquales

æquales & KB communis, erunt anguli CBL, IBK æquales. Quare erunt inclinationes eædem.

Quod si aliquis dubitet lineam CB, apparere reflexè per modum lineæ, hoc ita demonstrabo. Sumatur quodcumque punctum S, à quo ducatur perpendicularis SON, sintque SO, ON æquales: punctum S, apparebit in N. Dico puncta B, N, I, constituere unam lineam rectam. Cum enim duæ rectæ SN, CI, sint ad idem planum tectæ (*per* 14. 11.) eruntque tam anguli NIK, IMO: quam KCS, OCS duobus tectis æquales (*per* 29 1) est autem angulus BSO, (*per* 28 1.) angulo KCS æqualis, & (*per* 4. 1) anguli SCK, NIK, sicut BSO. BNO æquales, igitur anguli BNO, INO, sunt duobus rectis æquales; quare (*per* 14. 1.) BN NI; unam lineam constituent, idem ostendam de quibuslibet aliis punctis lineæ BC. Igitur lineæ rectæ reflexè videntur in speculis planis, sicut lineæ tectæ.

COROLLARIUM I.

Ex hoc vides rationem quare si sit speculum ad pavimentum inclinatum, pavimentum appareat ex alia parte inclinari. Ut si sit speculum ABC, ad planum horizontale BE inclinatum, ita ut angulus DCE sit acutus, pavimentum reflexè spectatum videbitur assurgere, immo duplò, ita ut si angulus DCE, deficiat à perpendiculari uno gradu; imago pavimenti assurgat duobus gradibus. Sit enim angulus DCE 89 graduum, erit angulus ABF 91 graduum, angulus autem ABE est 89 graduum, (*per præcedentem*) & distantia à 91, sub quo angulo apparere deberet si maneret hoc planum, est duorum graduum: ergo mutatur apparentia duobus gradibus, cum inclinatur speculum tantum uno gradu.

COROLLARIUM II.

Sequitur item ex eo, quod si speculum sit inclinatum ad horizontem, angulo semirecto seu 45 graduum, quod magnitudines horizontales apparebunt verticales; & vicissim verticales horizontales. Ut si planum speculi sit AB planum horizontale, quod cum tali speculo comprehendit ex suppositione angulum ABC semirectum, habebit imaginem quæ cum eodem comprehendat angulum semirectum ABD, ergo totalis angulus CBD rectus erit; ergo imago BD, apparebit cum horizonte angulum rectum comprehendere, hoc est erit verticalis. Idem dico de objectivis magnitudine AC, quæ cum sit verticalis, cum eodem speculo angulum semirectum comprehendet, atque adeo ejus apparentia erit DA, ita ut angulus DAC, sit compositus ex duobus semirectis, atque adeo rectus sit, unde imago DA erit horizontalis.

COROLLARIUM III.

Quod dixi de verticalibus magnitudinibus, dicendum etiam est de speculo verticali, sed inclinato diversimodè ad aliud planum verticale, v. g. ad murum, si speculum sit ad parietis planum perpendiculare, imago parietis, perpendicularis apparebit, si moveatur speculum, muteturque inclinatio cum pariete objectivo, imago parietis duplo mutet suam inclinationem cum eodem pariete objectivo, quæ omnia ut meliùs conciperentur, sumendum esset speculum præ manibus; difficile enim est hic semper figuras solidas bene repræsentare.

COROLLARIUM IV.

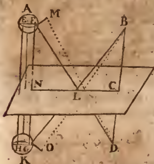
Ex hac propositione poteris in speculo exhibere, ea quæ gravitatis motu descendunt, ascendere. Ingeniosum, & jucundum est illud genus horologij automati, in quo globulus æneus per heljcem descendit, donec incurrat in elasterium, quo magna vi in altum remittitur, unde rursus descendat, & ita deinceps, quamdiu elasterii adducti vires sufficient. Quod etiam pondere aliquo perfici posset, plura visuntur hujusmodi hîc Lugduni apud Dominum Deservieres virum nobilem, & in omni machinarum genere versatissimum. Inter multa unum est in pulpito declivi in quo nempe regulæ ligneæ globulos descendentes una post aliam excipiunt. Tale exhibetur in AB, nempe egrediebatur globulus per foramen A, indeque postquam omnes regulas percurrit ingreditur pulpitum per foramen B, & ab elasterio, sursum producitur in A. Quæritur methodus quâ globus A descendens, possit videri ascendere. Apponatur speculum DE, quod cum plano AB, angulum tantisper acutum comprehendat, & talem ut imago plani AB appareat verticalis, tunc partes B remotiores, in superiori parte speculi apparebunt; igitur cum globus C, feretur ab A ad B, videbitur in speculo ascendere, poteritque fraus latere, si totum artificium capsâ occultetur respiciaturque per foramen.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Eandem omnino objectum habet magnitudinem apparentem, & partium dispositionem dum reflexè spectatur ac si directè spectaretur ex puncto catheti reflexionis æqui distante à speculo, ac oculus; nisi quod dextra in ordine ad respicientem sint sinistra.

Sit objectum quodcumque verbi gratiâ sphæra A, quæ ex puncto B reflexè spectatur, sitque cathetus reflexionis BC, punctum D tantum distet à superficie speculi, quantum oculus B, dico



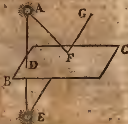
eodem prorsus modo; quoad magnitudinem, & partium dispositionem videri sphæram A, reflexè ab oculo B, quo videretur directè ab eo cujus oculus esset in puncto D catheti reflexionis, ita ut lineæ BC, CD sint æquales. Nam ex singulis punctis sphæræ, ducantur perpendiculares ad planum speculi, quæ ulteriùs producantur, ita ut partes infrà speculum, existentibus extra speculum sint æquales, ex hac parallelarum productione generabitur figura omninò similis objecto, quod ostendi facilè possit. Ut si à lineæ EF objectivæ punctis E & F ducantur perpendiculares, quæ inter se erunt parallelæ, ostendam facilè lineas HG, EF, aut esse parallelas, aut similiter inclinatas, tanta etiam est distantia oculi B, à singulis punctis sphæræ apparentis, K, quanta est, puncti D, à sphæra reali A. Sit enim punctum F. Cum ut jam probavimus supra, lineæ GN, NF, sint æquales, item lineæ LB, LD, eodem modo probari possint æquales; ob æqualitatem angulorum in punctis C, & L, & linea CL communis, erunt lineæ DLF, BFG æquales, quod probari potest de omnibus aliis punctis sphæræ A, & correspondentis imaginis K. Denique si esset aliqua linea FM, quam volui separatim ponere, ut melius appareret, quæ sub aliquo determinato angulo videretur, ex puncto D, afflecto ejus imaginem visum iri ex puncto B, sub eodem angulo. Cum enim jam probaverim ductis perpendicularibus lineam GO, quæ ducitur per extremitates illarum perpendicularium, esse æqualem lineæ FM, ostenderim item lineas BG, DF, item BO, DM, esse æquales, & bases GO, FM sint æquales (*per 7. primi*) erunt anguli GBO, FDM æquales, ideoque non tandem erunt imagines æquales objecto, sed etiam æquales apparebunt respectu oculi in puncto B existentis, ipsi objecto respectu oculi in D, existentis quod erat demonstrandum.

Unum tantum superest nempe dextra apparere sinistra, quod non est tam verum absolutè, quam respectivè, eò quòd ipse videns alio modo se habeat. Nam dum est in puncto D, ut spectaret directè objectum A, partes E haberet ad lævam, partes verò F ad dextram, si verò muter situm, sitque alio modo obversus, dum reflexè spectabit idem objectum A ex puncto B, fieri poterit ut ita obvertatur ut habeat partem E ad dextram & partem F ad sinistram, tunc etiam imago partis E dextra erit, & imago partis F sinistra erit, & videbitur mutasse situm. Unde potiùs est mutatio respicientis, quam mutatio imaginis. Qui se in speculo respicit, videt imaginem suæ dextræ ad partem dexteram speculi, & suæ sinistræ ad sinistram partem. Dicuntur tamen dextra sinistra, quia si se sisteret in loco imaginis, & se converteret contrario modo, manus dextra tunc occuparet locum manus sinistræ imaginis.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Objectum eodem modo radiat reflexè, quo directè radiaret, si mutaret locum cum sua imagine.



Sit sol in puncto A, speculum BC, cathetus incidentiæ ADE, lineæ AD, DE æquales, & consequenter (*per 9. hujus*) punctum E, locus imaginis, dico solem eodem modo propagare suos radios per reflexionem à speculo BC, ac radiaret directè seu per radium directum, si sublato speculo collocaretur in puncto E. Sumatur aliquod solis punctum A, Dico illud eodem modo radiare per reflexionem, seu eosdem & totidem habere radios reflexos, quot produceret directè, si esset in puncto E sibi correspondente. Sit enim radius incidens AF, radius reflexus FG (*per 8 hujus*) productus attingit cathetum incidentiæ in loco imaginis; ergo radius reflexus FG, directè tendit in punctum E; ergo si punctum A directè radiaret, propageret radium per lineam FG. Idem probari potest de quocumque alio radio reflexo, producto à puncto A; ergo quilibet radius reflexus puncti A, talis est & ita se habet ac si punctum A, permutaret locum cum sua imagine.

Quod autem dixi de puncto A, intelligendum etiam de quolibet alio puncto ipsius solis, cù igitur nulli sint radii reflexi nisi collectio omnium radiorum, omnium & singulorum punctorum ipsius solis

solis, nec ulli radii directi sole constituto in loco imaginis, quam qui ex singulis, & omnibus ejus punctis emitterentur, sol eodem modo radiabit reflexè, & ejus radii reflexi eodem modo se habebunt, quoad divaricationem, conformationem, quo se habuissent radii directi, si in loco imaginis esset constitutus, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Ex eo sequitur quod si sumatur unicum tantum punctum speculi quod in eo sit vertex coni reflexivi sicut ostendimus, quod sumpto foramine per modum indivisibilis, in eo producatur per decussationem radiorum conus aliquis luminosus: igitur idem accidet in radiis luminosis ab eodem speculi puncto reflexis. Secundò probavimus per foramen multilaterum in maxima ab illo distantia fieri conum aliquem physicè perfectiorem, quò magis à foramine receditur. Ita etiam dicendum est in magna à speculo etiam multilatero distantia, radios solis remissos exhibere conum satis perfectum, ex cujus sectione oriantur sectiones conicæ, nempe circulus, Ellypsis, parabola, hyperbola. Diximus item quod in foramine ita dispensaretur lumen ut non habenda esset ratio distantiæ ab ipso sole; sed ab ipso foramine, quod explicandum est præcipuè verò, si nullam habeat rationem cum distantia.

COROLLARIUM II.

Docuimus modum observandi Eclypses, aut maculas solares transmissu solis radio per foramen, quia tamen non bene apparent hujusmodi maculæ nisi in maxima à foramine distantia: excipiatur radius, ut 20 aut triginta pedum; difficile autem sit invenire conclavia quæ tantum habeant longitudinem, secundum directionem radii solaris; speculo plano facilius id exequi possumus, cum enim ex varia mutatione, & inclinatione speculi ferè in omnem partem radium remittere possimus: non erit difficile illum secundum longitudinem porticus longissimæ dirigere.

Notandum tamen quod duplici modo possit excipi radius solaris speculo ad hoc ut remittatur longissimè. Primus modus erit si radius solaris jam transmissus sit per foramen, ita ut partes diversæ speculi diversis partibus solis illustrentur, & in hoc casu, si detur vel levissima in speculo bulla, aut macula, hæc in radio excepto apparebit; si verò totum speculum, aut à singulis partibus solis illuminetur etiamsi in speculo esset aliquis nævus, non tamen in radio excepto appareret, sicut non apparet corpus opacum minutum etiamsi pendeat in foramine.

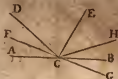
COROLLARIUM III.

Ea transmissi solaris radii per foramen similitudo cum eodem radio, ab eodem speculi puncto, reflexo, est fundamentum totius Catoptricæ horariæ; sicut enim objectorum foris positorum radii per foramen transmissi, in planis oppositis eorum imagines exhibent, ita ut si cœlum distinctione colorum niteret; apparerent omnes circuli, quos sol radio etiam transmisso quasi sua imagine percurreret. Et hoc poni potest tanquam primum perspectivæ horariæ directæ, seu Gnomonices fundamentum, ita etiam si cœlum eandem colorum distinctionem haberet, & in speculum aliquod satis parvum radios emitteret, illi reflexi cœlorum, & totius Sphæræ effigiem in occurrentibus corporum superficiebus exhiberent; & iterum radii per foramen emissi, quia post intersectionem æquales angulos ut oppositos ad verticem comprehendunt, ita etiam radii reflexi æquales angulos comprehendunt ac radii eorum incidentes: igitur potest cogitari sphæra reflexa, cujus centrum sit speculum, & pro varia inclinatione speculi, quæ in alias & alias partes dirigatur. Sed hæc minutius persequi non libet, meliùs enim dicentur in horographia reflexa.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Si speculi plani inclinatio varietur uno gradu; radium reflexum, ejusdem, & immotâ radii incidentis, duobus gradibus mutabitur.



Sit speculum AB, v. g. horizontale in cujus punctum C, incidat quilibet radius DC, reflectatur autem in CE; inclinetur tantisper speculum, ita ut sit FG, sitque angulus inclinationis ACF, unius gradus; dico radium reflexum CE, descensurum in H, ita ut sit CH, & angulus ECH, sit duplus anguli FCA.

Demonstratio. Anguli ACD. ECB sunt æquales (*per 2. Supp. hujus*) sed angulus DCF, minor est uno gradu angulo DCA; ergo & angulo ECB, minor erit uno gradu. Cum autem angulus BCG, sit æqualis sibi opposito ad verticem angulo ACF, angulus ACG, adhuc major erit in uno gradu, quam angulus ECG; ergo angulus ECG excedit duobus gradibus angulum DCF: sed angulus reflexionis BCG debet esse æqualis angulo incidentiæ DCF; ergo debet esse minor quam angulus ECG duobus gradibus. Quod erat demonstrandum.

Ex hac propositione deducitur, quod si moveatur speculum; duplò plus movebitur radius reflexus, si trepidet speculũ dupla erit radii reflexi trepidatio. Ex quo potes deducere rationẽ, quare radius solaris à fluminibus etiam leviter fluentibus remissus, ita agitetur & moveatur, ut ex vel levissima aquæ crispatione, in immensum pene excurrat. Duæ illius sunt causæ; Prima petitur ex magna distantia à puncto reflexionis, ita unius, vel alterius gradus mutatio magnum tamen in objecto corpore spatium sibi vendicat, alia verò petitur ex hac propositione, quod mutatio speculi duplò majorem in radium mutationem inducat.

Ex isto theoremata hoc ad praxin deduci potest. Solent qui in arce aliqua obsidentur, dum de subterranea fossione, & occultis cuniculis dubitant, tympana variis locis, adjectis supra calculis disponere, ut ex calculorum ad singulos tuditum ictus subsultatione, de rei veritate certi fiant.

Alii etiam vasa aqua implent, sed hæc ratio in locis apertis non succedit, levissimus enim auræ flatus, ita aquam crispat, ut nullum ex eo indicium accipi possit. Quare judicarem specula ita disponenda esse, ut radius solaris reflexus in locum satis

diffitum, & obscurum remittatur, levissima enim speculi commotio insignem in radio motum produceret.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Motu in orbem speculo, apparenter movetur objectum, in orbem; illiúsque motus, duplus est motus speculi.

Sit speculum AB, objectum C, oculus G, dico si inclinetur speculum seu moveatur in orbem videndum etiam moveri objectum in orbem. Ducatur enim ex puncto C cathetus C D, sitque CD æqualis ipsi DE, objectum videbitur in puncto E (*per 8.hujus*) inclinetur speculum quolibet angulo FDA, & ex C, ducatur cathetus CH, sitque C I, æqualis lineæ CH, videbitur objectum in puncto I, ducatur linea I D; dico lineam I D, æqualem esse lineæ DE; & angulum IDE, motus apparentis objecti, duplum esse anguli ADF, quo motum est speculum.

Demonstratio. In triangulis D H C, D H I, rectangulis in H, cum latus AD sit commune, & lineæ HC, HI, æquales ex constructione (*per 4.1.*) erunt bases DI, DC æquales; sed DC, æqualis est lineæ DE, ergo tres lineæ D C, D I, D E sunt æquales; igitur si ex E, ut centro describatur circulus, is per puncta I, & C transsit. At verò cùm angulus D H C rectus sit; reliqui duo H C D, HDC, erunt uni recto seu angulo ADC æquales; & ablato communi angulo F D C, erunt anguli DCH, ADH æquales: sed (*per 20.3.*) angulus IDE ad centrum, duplus est anguli ICD ad peripheriam; igitur angulus IDE, quo motum est objectum; duplum est anguli A D H, quo motum est speculum, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Fieri potest ut aliquis seipsum non videat in speculo; sed ea quæ foris geruntur.

Ad hoc ut aliquis seipsum non videat, requiritur ut nullus à se in speculum propagatus radius, ad ipsum reflectatur; sed hoc possibile est, quoties enim speculum ita erit dispositum, ut radius ductus sit obliquus, nullusque duci possit perpendicularis, qui non cadat extra speculum, specula enim infinita non sunt; toties nullus radius remittetur ad videntem: ergo seipsum non videbit, sed ea objecta aliquando quæ foris erunt, ut si sit oculus in puncto A speculum BC, ita dispositum, ut perpendicularis ducta ad planum speculi productum, non cadat in ipsum speculum; non se videbit. Nam radii omnes à puncto A, emissi ad speculum cum ejus plano angulos acutos comprehendent, atque adeo (*per 2.Suppos.*) reflectentur ex parte anguli obtusi AEB. Quod si esset cubiculum FGHI, in cujus fenestra FE, esset speculum, posset ea videre quæ foris geruntur. Sed hæc facilia sunt.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Quoties objectum per plures reflexiones videtur, ejus distantia ab oculo æqualis est omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis simul sumptis.

Sint tria specula A B, B C, C D, sit objectum F, oculus E, videatúrque objectum F, per triplicem reflexionem, factam nempè in punctis G,H,I, sintque omnes radii, tam incidentiæ quam reflexionis FG, GH, HI, I E, dico objectum F, visum iri in puncto K, ita ut linea E I K sit æqualis, omnibus radiis FG, GH, HI, IE simul sumptis. Ab objecto F, ducatur cathetus FA, ad planum speculi AB, sintque AF, AL æquales; item ex L, ad planum speculi BC, ducatur cathetus LM, sintque LM, MN æquales; item ex N, ducatur ad planum speculi C D cathetus NO, sintque NO, N K æquales.

Demonstratio. Quoniam F A, est cathetus respectu speculi AB, & L, locus imaginis radius reflexus GH, eodem modo propagabitur ac si procederet ex puncto L, (*per 17.hujus*) quia autem LM, est cathetus incidentiæ puncti L, respectu speculi BH, si objectum esset in L, radius reflexus H I, eodem modo propagaretur, ac si objectum esset

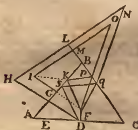
esset in N, pariter ostendam eodem modo propagari radium E I, ac si objectum existens in K illud produceret; sed E K, est æqualis omnibus radiis F G, G H, H I, I E; nam in triangulis A G F, A G L (*per* 4.1.) lineæ LG, FG sunt æquales; ergo additâ communi GH, erunt FG, GH, simul æquales LH, ostendam autem (*per* 4.1.) lineam HN, æqualem esse lineæ LH, igitur NH æqualis erit radiis AG, GH, & additâ communi H I; erunt tres radii FG, GH, HI, æquales lineæ N I. Sed lineæ N I, pariter æqualis ostendetur lineæ I K; ergo additâ communi EI, erunt radii FG, GH, HI, I E simul æquales lineæ EK; quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Specula ita disponere, ut imago sublimis, & volans videatur.

Hoc probleme plus admirabilitatis habet dum nudè proponitur, quam dum executioni mandatur: si enim videretur imago, in eâre certa speculum, benè quidem, hoc mirabile videretur; sed quod ita disponatur speculum, aut plura specula, ut in eo situm mutent, hoc ferè jam explicuimus. Uno speculo enim ostendimus, (*prop.* 15. *hujus*) quod si speculum sit inclinatum ad horizontem gradibus 45. imagines objectorum verticalium horizontales apparebunt, si magis inclinetur tunc incipient everti, ita ut si speculum horizontale sit, jam incipient eversæ apparere, ut etiam ostendimus, quare restat ut id cum Vitellone & Alazeno, duobus speculis præstemus. Sit triangulum ABC rectangulum, quomodocumque se habens ad horizontalem DE, sitque respiciens DP, in planie rectanguli disponantur duo specula, in locis idoneis, sitque primò in plano AB speculum AG, ducantur perpendiculares DAH, FGI, sintque DA, AH æquales, eruntque H & I, loca imaginum, punctorum D & F, seu pedum & capitis: ducantur ex H & I ad planum B C catheti HL, IM sintque HL, LN, IM, MO, æquales. Ex N & O, ducantur ad oculum F, lineæ N F, OF, secantes planum B q in P, q, in quibus punctis appendatur secundum speculum, dico hominem EF, visurum suam imaginem in O, N, ita ut O, sit imago puncti F, seu capitis, & N puncti D seu pedum.



Demonstratio. Cum enim linea DA, sit cathetus incidentiæ & DA, AH, æquales (*per* 9. *hujus*) H erit locus imaginis, & omnis radius reflexus dirigetur ad punctum H, ideòque punctum D, eodem modo radiabit reflexè per radium S q, ac si esset in puncto H; pariter quia HL, est cathetus incidentiæ & HL, LN sunt æquales, eodem modo punctum H, radiaret reflexè in speculum Pq, ac si esset in O; ergo punctum D, eodem modo radiat per duplicem reflexionem in oculum E, ac si esset in N, & directè radiaret; ergo punctum D, videbitur esse in N. Eodem modo ostendam cepot F, videri per duplicem reflexionem in puncto O: quod erat demonstrandum. Melius succedet si angulus speculorum fuerit acutus.

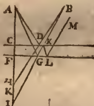
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Uno speculo multiplicari potest objectum.

Primò ex iisdem causis ex quibus contingit multiplicari objectum directè, contingere potest, ut per reflexionem multiplicatum appareat. Cum eodem enim prorsus modo radiat in oculum, & videtur, ac si re vera esset intrà speculum in loco illo quem assignavimus imagini (*per* 17. *hujus*) sed si revere in eo loco existeret, videri posset geminatum, si ex magna distantia per plure exigua foramina spectaretur, cur si axes Optici eò aberrarent, ita ut non inveniretur in plano horopteris, aut ex compressione unius oculi; potest etiam ex iisdem causis accidere in uno simplici speculo objecti multiplicatio.

Est tamen alia peculiaris multiplicatio in communibus speculis vitreis, quæ oritur ex eo quod duplex fiet reflexio, une in prima superficie vitri & speculi, alia verò in superficie interiori folio stanneo terminata. Ut sit objectum A, oculus B, sitque prima speculi vitrei superficies C D, secunda FG, ducatur cathetus incidentiæ AC, sintque AC, CH æquales, item AF, FI, sint etiam æquales, (*per* 9. *hujus*) vi primæ reflexionis factæ in superficie CD, objectum videbitur in puncto H, vi autem reflexionis secundæ idem objectum videbitur in puncto I: igitur objectum A, per reflexionem in speculis communibus factam multiplicatum apparet.



COROLLARIUM I.

Differentia locorum apparentium ob duplicem reflexionem duple est crassitiei ipsius speculi, cum enim excessus lineæ AF, supra lineam AC, sit CF, & idem sit excessus lineæ F I, supra lineam C H, excessus lineæ AI supra AH, id est HI, duplus erit excessus lineæ AF supra AC, id est lineæ CF, quæ est crassities speculi, quod erat demonstrandum.

COROL

COROLLARIUM II.

Si obliquè ad speculum objectum reflexè spectetur, major apparebit hæc duplicis imaginis distantia, nam quò erit visus obliquior ad superficiem speculi C D, eò magis directè spectabit lineam A I, & consequenter lineam H I: sed quò magis directè spectatur aliqua magnitudo, eò cæteris paribus major videtur; ergo quò obliquior erit aspectus in ordine ad speculum, eò major apparebit locorum imaginis differentia. Ex hoc dedoces facilè rationem quare in crassioribus speculis Venetianis vix advertatur hujusmodi differentia. Primò quia ea ferè quæ hoc modo spectantur, directè ut plurimum spectantur, ideóque tanta non est, aut potius differentia locorum imaginum minor apparet. Secundò una ex his reflexionibus debilior est alia, quæ enim fit in prima vitri superficie, paucioribus constat radiis; cum enim vitrum sit capax luminis, ferè totus radius illud subit, & non multum reflectitur in prima superficie.

COROLLARIUM III.

Non solum geminatur objectum in speculis vitreis, sed etiam triplicatur, & quadruplicatur; animadverti non potest nisi in speculis crassioribus, & quando spectatur obliquè ad speculum objectum illustre, qualis esset de nocte fax accensa. Mirabar ego in tali speculo me quatuor, & etiam plures spectare lucernæ flammas; semper quo ad intensionem decrescentes, cujus experientiâ etiam irrefragabili confirmabo, reflexionem semper aliquam fieri non solum quando radius luminis procedit à medio rariori ad densius, sed etiam quando fit transitus à medio densiori ad rarius. Ut si simplex vitrum duabus constans superficiebus, elaboratis quidem & complanatis, non tamen ullo modo (ut vocant) terminatis, animadvertes duplicem fieri reflexionem; hoc melius animadvertes in prismate triangulari vitreo, in quo animadvertes, non tantum fieri reflexionem in superficie illa quæ foris est sed etiam in aliis. Item si præ manibus verses lentem vitream utrimque convexam, non tantum fiet reflexio in superficie convexa, quæ ad oculum tuum obversa est, ita ut imagines imitentur proprietates speculorum convexorum, sed etiam in concava, superficiei oppositæ in qua objectorum imagines evertuntur quod est proprium concavorum. Denique quicúmque Iridis colores explicant, afferunt radios, cujuslibet guttæ substantiam ingressos, in concava ejus superficie reflexos in primaria Iride; in secundaria verò post duplicem in eadem concava superficie reflexionem ad nos remitti.

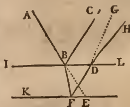
Quo posito principio assero non tantum, propter duplicem speculi vitrei crassitiem objectum geminandum esse, sed etiam triplicandum & quadruplicandum; nam in superiori figura radius GK, vi cujus videtur objectum in puncto I, ubi pervenerit in punctum K, non totus transit, sed aliqua sui parte reflectitur in puncto M, & rursus secundum aliquam sui partem exit in M, indéque aut illi aut alius quilibet poterit pervenire ad oculum B, post triplicem reflexionem & quia ut diximus (*prop. 21.*) distantia imaginis ab objecto æqualis est omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis, longè infra punctum I, videbitur objectum in tali casu, intervenit etiam refractio.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

In Speculis vitreis solis radius duplicatur.

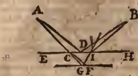
Hæc propositio non tantum explicare debet rationem quare duplicetur radius solaris in speculis communibus vitreis; hoc enim facilè ex superiori per modum corollarii deduci poterat; sed etiam expendere an hujusmodi radii coincidant in majori à speculo distantia, quod nulla habita ratione refractionis non possumus. In superiori enim propositione nullam omnino habuimus illius rationem, sed consideravimus simpliciter & præcisè ea quæ accidere deberent propter reflexionem. Assero tamen hic radios solares ad duplicem speculi superficiem reflexos parallelos esse, & consequenter ambos conos solares in utráque superficie suos vertices habentes physicè, & sensibiliter in unum conum coalescere. Sit enim solaris radios AB, qui reflectatur in C, secundùm aliquid sui, secundùm verò aliam partem penetret vitrum BDEF, & si quidem vitrum ejusdem esset densitatis cum aëre, rectà procederet secundùm lineam BE, & quia superficies BD, FE, sunt parallelæ essent anguli ABI, BEK æquales, sed frangitur radius ad perpendicularem (*quod suppono ex dioptrica*) procedítque per lineam BF, ita ut fiat angulus BFK major, quam A B I. Est enim (*per 32. 1.*) æqualis angulis BEK, & FBE, igitur FBE angulus est illius excessus supra A B I, aut C B L, fiet in puncto F reflexio, ita ut anguli BFK, DFE sint æquales, (*per 2. Supp.*) si verò radius FD non frangeretur in D, sed rectà procederet, esset angulus GDL, æqualis angulo interno DFE, & consequenter major esset quam CBD, illúsque excessus supra illum esset angulus æqualis FBE. Sed frangitur in puncto D, à perpendiculari, ita ut sit angulus GDH, æqualis FBE; ergo ablato angulo GDH, restat angulus HDL æqualis angulo CBD; & (*per 29. 1.*) radii BC, DH sunt paralleli, quod erat ostendendum.



COROLLARIUM.

Videtur sequi ex eo quod objectum non debeat videri multiplicatum ex duplici speculi superficie; si enim radius reflexus ad secundam superficiem, post duplicem refractionem restituitur parallelus, videtur sequi quod in oculum unicus ejusdem objecti incurrere debeat; nam si

si ponantur plures lineæ parallelæ unicam tantum oculus excipere potest. Ut solvam hanc difficultatem: dico breviter radios ab eodem objecto ad diversas speculi partes propagatos non esse inter se parallelos, nisi objectum sit in magna distantia, ideoque fateor objectum maximè distans ob duplicem speculi superficiem non multiplicatum iri, propter rationem allatam, sed tantum objectorum viciniorum, ut si sit objectum A oculus B, videa-



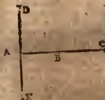
túrque per reflexionem factam in puncto D, angulus ACE, major erit quàm CDA, ideoque angulus C F G, & illi æqualis B I H or ostendimus, major erit quam ADC, aut BDH, & consequenter concurrere poterit cum illo in punctum B, ubi est oculus; quod ostendendum erat.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

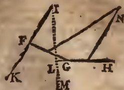
In speculo fracto objectum aliquando multiplicatur aliquando verò non.

Sit speculum fractum A B, dico fieri posse ut objectum non appareat multiplicatum. Sint enim



partes AB; B C in eodem plano, unies erit catheros incidentiæ; sint lineæ D A, A E æquales, pro toto plano AC, & speculis in eo existentibus est unicus locus imaginis E ? ergo à quocumque oculo spectetur reflexe objectum D, apparebit semper (*per prop.9.*) in puncto E. Sed quod in unico tantum loco apparet, geminatum non videtur; ergo si partes speculi etiam fracti unicum tantum planum efficiant, seu in uno eodemque plano existant, geminatum non apparebit objectum. Quod erat primum, contra communem ferè omnium errorem, qui existimant semper accidere, quoties dissilit speculum in multas partes, toties etiam ejusdem objecti imaginem pro numero fragmentorum multiplicari: ita ut etiam à multis afferatur hæc similitudo pro Sacrosancto Eucharistiæ sacramento.

Secundò dico fieri posse ut in speculo fracto, multiplicetur objectum, videatúrque in singulis fragmentis semel. Sit enim speculum fractum



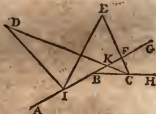
FGH, fragmenta autem FG, G H, non sint in eodem plano, sed collocentur in diversis planis, angulum in puncto G constituentibus. Sit objectum I oculus N, ducantur catheti incidentiæ ab objecto ad singula fragmentorum plana, nempe I F, IL, sintque IF, FK, sicut IL, LM æquales. Poterit fieri ut ducendo lineas N K, N M, illæ transeant per fragmenta sibi correspondentia; ergo & videri objecta, (*per 9. hujus*) igitur aliquando in speculo fracto objectum multiplicatur, aliquando verò non multiplicatur; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

In speculis planis secundum convexitatem dispositis respectu oculi, non videtur objectum nisi semel.

Sint duo specula A B, BC, non in eodem plano; sed disposita secundum aliquam convexitatem respectu oculi; hoc est ita ut angulus quem



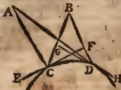
comprehendunt eorum plana AB,BC, seu angulus ABC, oculum E respiciat. Dico objectum quodcumque D, videri non posse ab eodem oculo E, per reflexionem abutroque speculo factam. Videatur enim per radios D I, I E, erunt anguli A I D, E I B, æquales (*per 2. Supp.*) dico fieri non posse ut videatur per reflexionem in alio speculo B C factam: sint enim radii DC,CE, per quos aliquis asserat objectum D, videri reflexè ab oculo E.

Demonstratio. Si objectum D, videretur ab oculo E, reflexè per radios D C, CE, essent anguli B C D, HCE æquales; sed non sunt æquales; nam angulus A I D, major est angulo AKD, (*per 16.1.*) & AKD, major angulo BCK. Ergo angulus AID, aut illi æqualis EIK, major est angulo BCD; sed idem angulus E I K, non est major angulo ECH, sed minor, nam angulus E C K, (*per 16.1.*) major est angulo BFC, & angulo GFE, illi opposito ad verticem. Sed angulus GFE, major est angulo EIK (*per eandem*) ergo multo magis angu-

lus ECH, erit major quàm angulus EIK, non igitur anguli DCB, ECH sunt æquales, quod ostendam de quibuscumque aliis radiis reflexis à puncto D ad planum BCH. Igitur objectum D, non potest videri ab oculo E, per reflexionem ad planum BCH; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Ex eo sequitur, non posse objectum aliquod



bis videri in speculo convexo. Sit enim objectum A oculus B, speculum convexum CD; dico semel tantum ab eodem oculo B, spectari posse objectum A, per reflexionem ad speculum BD factam. Videatur enim per radios ACB, ADB, si fieri potest per C & D, intelligantur ducta plana E C F, GDH, tangentia speculum convexum in C & D, (*per suppositionem secundam*) erunt anguli ACE, BCF, item ADG, BDH æquales; quod esse impossibile ostendimus.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

In speculis planis secundum concavitatem dispositis, respectu oculi, potest multiplicari objectum, pro numero speculorum.

Disponantur specula in orbem, aut si velis plura disponere, inscribatur Sphæræ quodcumque poliedrum regulare, vel irregulare, parum interest: seu disponantur specula, ita ut linea ducta ab eodem puncto sit ad eorum singula plana perpendicularis.



dicularis. Ut si detur punctum A, sint quælibet plana BC, CD, DE, EF, FG ad quæ sint perpendiculares AH, AI, AK, AL, AM. Dico si appendantur in singulis planis specula plana, fore ut in singulis, aliquis suam imaginem videat. Cum enim radii incidentiæ AH, AI, AK, AL, AM sint perpendiculares, iidem etiam erunt radii reflexi, & consequenter oculus A seipsum videbit; quæcumque etiam objecta erunt vicina oculo in singulis etiam speculis videbuntur: igitur possibile est ut si plura specula disponantur in orbem, secundum concavitatem aliquam respectu oculi, objectum in ipsis multiplicatum appareat. Quod erat ostendendum.

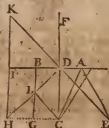
Ex quo solutum est illud problema propositum à Ptolomæo, specula ita statuere ut intuens suas tantum imagines videat dispositas ad modum chorearum, hoc est in orbem.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

In eodem speculo plano, potest idem objectum videri pluries.

Sit speculum A B, dico fieri posse ut in eo per reflexionem objectum multiplicatum appareat; si



nempe adhibeatur aliud speculum, ita ut objectum in eodem speculo, & per unicam reflexionem, & per duplicem simul videatur. Sit enim objectum C, oculus E; adhibeatur aliud speculum B G, sitque cathetus incidentiæ in speculum BD, linea CD, & CD, DF æquales; erit F locus imaginis respectu reflexionis simplicis in speculo B D factæ, ideoque oculus E videbit objectum C in loco F. Sit item cathetus incidentiæ in speculum BG, linea CG; sintque CG, GH æquales; sit item H I, perpendicularis à puncto H, in planum speculi BD productum, lineæ HL, IK æquales. Objectum C, eodem modo radiat reflexè per lineam L D, ac radiaret directè si esset in puncto H, (*per 17 huius*) posito autem quod directè radiaret per H L D, eodem modo radiaret reflexè per lineam D E, ac si esset in puncto K; igitur in radiando duplici reflexione videbitur, ab oculo E in puncto K, ergo in duobus locis nempe F & K; quod erat ostendendum.

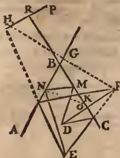
PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Duobus speculis, objectum quinquies, aut sexies multiplicare.

Sint duo specula A B, B C, angulum acutum comprehendentia, sitque objectum quodcumque D, oculus E, sit cathetus incidentiæ, linea D F, & punctum F, locus imaginis. Primò oculus E, videbit objectum in puncto E, per simplicem reflexionem ut patet. Secundò ex puncto F ad planum speculi A B, productum ducatur perpendicularis F G, sintque lineæ FG, GH æquales, erit ut

ut supra punctum imaginis pro duplici reflexione D K I, K I E, igitur ab eodem oculo E, vide-



bitur objectum in H. Quod autem fit ex una parte, ex alia etiam fieri potest, objectum enim & oculus possunt ita inter utrumque speculum collocari, ut respectu uttiusque, eodem modo se habeant, igitur jam habemus objectum quadruplicatum.

Tertio poterit etiam ab objecto D, duci radius D M, qui sit incidentiæ, cui correspondebit reflexus M N, & huic alius reflexus N E, & aliquando alius reflexus OE, igitur oculus E videbit objectum D, per radium E O, locus autem in quo videbitur, erit si ex H ducatur cathetus ad planum B C, productumque sit H R, sintque H R, R T æquales; erit (*inquam*) in puncto P. Quod autem fit ex ea parte, ex alia item accidere debet, atque ita jam sexies multiplicatum videbitur objectum.

Denique pro varia quantitate anguli inclinationis A B C, possunt plores, & plures fieri reflexiones, ita ut octies & decies, imo & pluries multiplicatum appareat. In quo illud notandum est, quod si tam objectum D, quam oculus E, æqualiter ab utroque speculo distent quod semper multiplicabitur objectum multiplicatione pari; si verò sint inæqualiter posita, poterit fieri ut numerus multiplicationum sit impar. Supervacaneum autem judico ulterius prosequi quæcumque in singulis angulis inclinationis conveniant: ea enim dependent ex situ objecti & oculi.

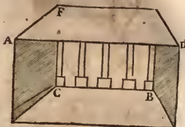
PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Duobus speculis objectum infinities multiplicare.

Disponantur duo specula ita ut duobus, aut tribus pedibus à se invicem sejungantur, sintque insuper parallela.

Dico si oculus in medio collocari posset, ita ut nullam reflexionem impediret, seu nullos radios interciperet, infinities seipsum, spatiúmque inter utrumque speculum interjectum in longam, & infinitam porticum extensum videret; liceè autem suppositio sit impossibilis, si tamen disponantur duo specula modo supradicto, in aliqua capsa, secundùm unum latus aperta, ut inseri possit caput: pavimentum autem, laquearia, & aliud latus, figuris æqualibus diversi coloris distinguantur, assero fore ut si tantisper caput inseras ex utraque parte, longissimam porticum similibus figuris ornatam non sine jucunditate videas. Sit talis capsa AB, specula A C, BD, latus AE, sit apertum aut totum, aut ex parte, ut inseri possit caput, latus BF, ordine columnarum æquali inter se intervallo distantium instruatur, pavimentum C E, distinguatur variis figuris, ut exagonis diversi coloris, aut aliis quibuscumque, laquearia etiam suas habeant figuras, columnæ autem media sui parte nempe qua spectant unum speculum A C, unum colorem habeant, alium ex alia parte præferant.



Demonstratio. Si oculus intendat in speculum AC, totum ordinem columnarum, pavimentum, laquearia per unicam reflexionem videbit, & (*per 9. hujus*) tantum intra profunditatem speculi quantum ipsa extant extra speculum, igitur jam porticum aliquam æqualem capsæ in speculo A C intuetur. 2. Quia hæc eadem objecta reflectuntur ad speculum B D, ita ut radius reflexus perveniat ad speculum A C, & ab eo ad oculum. Idem intervallum ejusdem capsæ, per duplicem reflexionem in eodem speculo A C videbitur; quia autem (*per 1. hujus*) distantia objecti ab oculo componitur ex omnibus radiis tam incidentiæ, quam reflexionis, in hac autem duplici reflexione plures sunt radii, quàm in simplici, idem intervallum per duplicem reflexionem spectatum, magis remotum spectabitur, hoc est magis immensum intra profunditatem speculi.

Pariter quia objectorum radii aliqui ad speculum A C reflexi, ad speculum B D reflectuntur, & ab eo iterum ad speculum A C, à quo tandem ad oculum, iterum aliud intervallum remotius videbitur; & ita deinceps aliquando decies, aliquando pluries eadem capsæ longitudo intra speculum AC videbitur, pro ut caput quod inseritur plures, aut pauciores radios intercipiet. Idem dicendum est de speculo BD.

Id autem quod magis adhuc hanc deceptionem juvat, est radiorum in singulis reflexionibus quo ad intensionem imminutio, ex ea enim oritur, ut ea quæ magis dissita apparent ab oculo, cum minori etiam lumine videantur, ut contingit communiter in objectis directè visis.

Si pavimentum laquearia, & latus alterum instruerentur tessellatis imaginibus, ut docuimus in radio directo, in primo porticus nostræ intervallo viderentur aliquæ imagi-

nes,

K, imago puncti B; ergo si respiciens se convertat ad speculum E F, ut objectum A B, intueatur, per duplicem reflexionem, eodem modo obvertetur imago ad respicientem, quo objectum; quod erat demonstrandum.

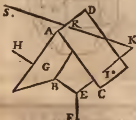
Hoc oritur potiùs ex varia respicientis conversione, & mutatione quoad situm, quam ex imaginis mutatione.

PROPOSITIO XXXI.

Problema.

Specula ita disponere, ut iis simul motis ejusdem objecti imago una accedat, alia recedat.

Disponantur duo specula A B, C D, ita ut angulum rectum comprehendant, possintque mo-



veri circa communem sectionem A D, oculus E, intueatur in speculum A B, ducatur ex puncto E, cathetus incidentiæ E G, sintque EG, GH æquales; erit punctum H (*per 9. hujus*) locus imaginis, si removeatur speculum A B, fiet alia perpendicularis BG, & consequenter punctum H, erit remotius ab oculo E.



Quod autem perpendicularis quæ fiet sit futura major ita demonstro. Sit linea M L; ducatur item L N, quod punctum N supponatur pro oculo, ducatúrque ex N ad LM perpendicularis NM; sit alia linea L O, comprehendens cum L N angulum OLN, majorem angulo M L N, ducatúrque perpendicularis N O, dico N O esse majorem. Quia enim anguli N O L, L M N supponuntur recti, dividatur linea L N bifariam in P, describatúrque intervallo PL circulus, hic transit per O & M, alioquin ostenderem facilè angulos L O N, L M N, non esse rectos contra suppositionem. Clarum autem est (*per 7.3*) lineam NO majorem esse linea MN.

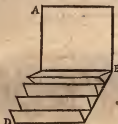
Quo supposito lemmate sequitur quod si planum A B recedat ab oculo E, perpendicularis E G fiet major, & consequenter locus imaginis magis distabit ab oculo; ergo imago recedere videbitur. E contra verò perpendicularis EI minor fiet, eò quòd planum DC, accedat ad oculum, & consequenter locus imaginis K, propior fiet; eritque perpendicularis KR minor, & locus imaginis S propior; ergo imago S accedere videbitur. Quare potest aliquis ita disponere specula, ut non tantum in uno suam imaginem accedentem, in alio recedentem videat, sed etiam in eodem. Pariter si respiciens FE, immotis speculis ad unum accedat, verbi gratia ad A B, quia perpendicularis E G fiet minor; imago H accedere videbitur, & quia E I fit major, imago K recedere videbitur, fietque KR major, & consequenter imago S recedet: igitur una imago accedit alia recedit, quod faciendum erat.

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Variæ Deformationes.

Primò quidem occurrunt tessellatæ imagines



quas ita speculo objicere possumus, ut unam directè, aliam vero reflexè in speculo videamus. Ut si detur speculum A B, cui objicitur tessellata tabella, in speculo, videbitur tantum imago, quæ in aversis planis depingitur: directè tamen eam videre non possumus; sed aliam omninò diversam.

Secundò omnes illæ deformationes quas in superiori libro descripsimus, possunt habere locum in speculis planis, ut illæ quæ fiunt in Sphæris tam convexis, quàm concavis, in conis, in cylindris quæ melius spectari possunt in speculis, quam directè.

Tertiò potest fieri deformatio in plano horizontali hoc modo. Sit locus speculi AB, locus oculi C; dividatur altitudo speculi A B, in quot volueris partes æquales B D, D E, E F, & ex oculo per singula divisionum puncta ducantur lineæ CBG, CDH, CEI, CFK, quæ secent horizontalem lineam speculo subjectam in punctis G, H, I, K. Dico si distantiæ AK, AI, & aliæ transferantur ex alia parte in AM, AN, quod M N videbuntur in K & I. Cùm enim A M, A K sint æquales F A, communis

communis anguli ad A rectì ; erunt anguli MFA, AFK, æquales (*per* 4.1.) sed AFK, æqualis est opposito ad verticem CFB ; igitur anguli AFB, MFA incidentiæ, & reflexionis æquales sunt, igitur M apparebit in K ; sed lineæ AK, KI, IH, MG, apparent subjiisdem angulis, sub quibus videntur lineæ æquales BD, DE, EF, FA, igitur MA, MN eodem modo videbuntur. Ducatur parallela KL, quæ dividenda est ut illius divisiones transferantur in MO. Sumatur linea KP, æqualis lineæ CK, item ducatur linea AS, repræsentans latitudinem speculi, quæ dividatur in partes AT, TV, VS, quæ sint æquales divisionibus AD, DE, EF, ex puncto P ducantur lineæ occultæ PTX, & habebitur punctum X, cæteráque transferenda in lineam MO, ita habebis alias divisiones cæterarum linearum. Ad habendas divisiones IS, sumenda est linea in horizontali æqualis lineæ IC, & ita de aliis, & semper ducendæ lineæ occultæ per puncta T, V, S ; fiet igitur in plano horizontali ante speculum quadrilaterum deformatum, in quo more consueto transferes singulas prototypi in quadrata divisi partes.

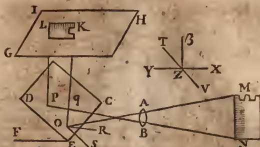
Ratio autem est quia eodem modo objectum radiat per reflexionem, ac radiaret directè si permutaret locum cum imagine sua, loca autem imaginum sunt post speculum ; ergo si deformetur imago, in plano horizontali post speculum, quæ directè spectata appareat legitima, si ante speculum ponatur, videbitur in speculo rectè se habere ; modò tamen eam spectes unico oculo, & adhuc per foramen exiguum propter rationes superiori libro explicatas.

PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

Objectorum species per foramen emissas in cubiculum clausum speculo plano erigere.

Jam sæpè locuti sumus de jucundo illo spectaculo, quo objecta per exiguum foramen radiantia, suas imagines in oppositis corporibus, præcipuè verò albis, ita graphicè exprimunt, ut omnem colorum vim superent. Non expendo ea quæ in eo experimento ad dioptricam pertinent, neque de lentibus quibus instruuntur foramina, quarum nempè adminiculo radii ad easdem objectorum partes pertinentes in unum colliguntur ; sufficiat mihi sive foramen sit nudum, sive lentibus instruatur, semper id habere incommodi, ut partes superiores objectorum, appareant in inferiori loco, & dextra in sinistris depingantur ; quod multum detrahit de voluptate, quæ ab eo spectaculo percipi posset. Quæritur ergo modus, quo erigi possit tota hæc pictura. Oblata fuit jam à Ioannis capsa aliqua cujus latus vix unius pedis cum dimidio, in qua objecta distinctissima, & erecta videbantur ; spectavi cum aliis in simili capsa rerum simulachra, nec potuit latere artificium, quod tamen artifex ut mysterium aliquod occultatum volebat. Ita igitur composita erat, constabat hujusmodi capsa tribus partibus ; lente convexâ exquisite elaboratâ, cujus focus erat circiter unius pedis cum dimidio, & hæc verticalis erat ; secundò speculo non horizontali nec verticali, sed elevato ad angulum graduum quadraginta quinque, seu semirectum. Tertiò chartâ inunctâ oleo, quæ ne rugas contraheret supra laminam vitream extendebatur. Sit ergo lens vitrea verticalis, seu perpendicularis ad horizontem AB, speculum DC, cum horizontali linea FE, angulum DEF semirectum comprehendens, GF charta inuncta oleo, cui subest tabula vitrea, & hæc est horizonti æquidistans, respiciens est in puncto I, debet autem distantia BPL, aut BOK, esse æqualis distantiæ



stantiæ ad quam lens AB, exprimit imagines objectorum.

Ostendo autem fore ut objectum MN depingatur in LK, ita ut M, pars superior objecti MN, exprimatur in puncto K; nam punctum M, cum sit superius, radiabit in partes inferiores speculi, nempe in punctum O, & quia ita incidit ut angulus quem facit cum superficie speculi, seu angulus MOS, major sit quam ille quem facit horizontalis linea OR, reflectetur non per verticalem lineam, sed per lineam OK, magis vergentem ad objectum quam verticalis linea. Sit enim in parva figura speculum TV, ita ut angulus TZY, cum horizontali YX, sit semirectus, & consequenter oppositus ad verticem XZV, sit etiam semirectus, erit (*per 2. supp. hujus*) angulus TZβ semirectus, igitur angulus βZX rectus erit, igitur radius horizontalis XZ remittetur per verticalem βZ, quare in prima figura radius RO horizontalis remittitur per verticalem lineam, igitur radius AO non remittetur per lineam verticalem, sed per OK magis declinantem versus objectum. E contrà verò radius BP non remittetur per lineam verticalem, sed per lineam PL inclinatam ad partes I; igitur M in K, & N in L repræsentabitur; Et respectu spectatoris ex I puncto, partis superioris imago est etiam superior.

Secundò, reflexio nullo modo impediet coïtionem penicillorum: cum enim ostenderimus (17. *prop.*) objectum eodem modo radiare per reflexionem, ac directè radiaret, si mutaret locum cum imagine, radii qui ante reflexionem accedunt inter se, per reflexionem eodem modo convenient. Deinde quod in his observandum est, distantia AOK, est ferè æqualis distantiæ BPL, ideoque si uniuntur radii objecti M in puncto K, ita ut charta GH sit in ea distantia quæ requiritur ad excipiendos radios puncti M perfectè unitos; erit etiam in ea distantia quæ requiritur ut radios puncti N in concursu excipiat.



Relinquo autem artificis industriæ construendam totam capsam; quæ diligenter clausa esse debet, ita ut excepto foramine AB per quod objecta radiant, nihil luminis admittat; poterit autem in hanc figuram efformari ita ut AB sit locus speculi, AC sit locus chartæ inunctæ oleo, & tabulæ vitreæ cui insidet. Per aperturam D spectator, immò si velit poterit in ea charta objectorum imagines delineare, punctum E sit locus lentis vitreæ quæ tubo exiguo inseratur ut educi possit tantisper, aut intra capsam impelli; donec imagines objectorum præcisè in charta depingantur.

Qui vellet hoc artificium accommodare cubiculo, in quo objectorum foris positorum simulachra intueri cuperet, tabella enim dealbata probè extensa suspendi deberet in laquearibus, in qua depictas imagines spectaret ex puncto C aut alio loco vicino; idque haberet commodi quod in tali situ non tantum erectæ apparerent imagines, sed etiam quæ ad objecta dextra pertinerent, etiam ad dexteram spectarentur; cum in capsa superius descripta dextra in sinistro latere appareant; quod inconcinnum est & incommodum præcipuè si ad picturam, eâ quis uti velit. In hoc posteriori casu debet speculum multum admoveri lenti, alioquin paucorum tantummodo objectorum imagines habebis, eorum nempè quæ in speculum radiabunt, propter quam rationem aliam excogitavi, quæ speculum non amplum ut hæc, sed non majus manu requireret, plura tamen ostenderet objecta, quam superiùs descripta. Hoc item haberet emolumenti, ut objecta situm nullo modo permutarent; sed suum & verum & naturalem respectu spectatoris observent.

Totum artificium hujus secundæ capsæ iisdem prorsus partibus constat, nempè speculo illo exiguo, non superante magnitudinem manûs, lente convexâ, & chartâ mundâ, ea tamen paulò aliter disponuntur. Speculum primum locum obtinet, & pariter angulum circiter quadraginta quinque graduum cum horizonte comprehendit, sed deorsum inclinatum sit, & mobile ad majorem aut minorem angulum, lens autem horizontalis est, sicut & charta in qua excipiuntur imagines. Sit igitur speculum AB, inclinatum ad horizontem secundùm angulum semirectum, ita tamen ut superficies specularis deorsum vergat. Sit lens vitrea optimè elaborata CD, quæ penicillos uniat ad distantiam chartæ EF, dico si spectator sit in F, & respiciat ea quæ in charta depinguntur, fore ut imagines

ipsi

ipsi appareant erectæ. Sit enim objectum G H, quia angulus G O K, minor est angulo H O K, fient ex alia parte anguli æquales, erit MOL, minor quam N O L, angulus reflexionis puncti G; igitur punctum G, imaginem habebit in M, & H in N; quare spectator qui eas imagines intuetur ex puncto F, eas videt erectas, quod ostendendum erat.

Moneo tamen capsam ita componi debere ut speculum A B non omnino pateat; sed tantum ab aliquibus objectis radios excipiat; alioquin nimium lumen, & inutile, immò noxium in capsam illabetur. Speculum ergo turriculâ includendum est, debetque ad libitum posse magis, aut minus inclinari ad horizontem, prout objectorum dispositio exiget; debet item ad latera capsæ ut in P R, esse fenestella oblonga, ut per eam in subjecto horizontali plano expressæ imagines spectari possint, ad delineanda autem objecta aptissimum est instrumentum, si asserculus S T, elevari possit ad modum operculi. Si enim totam capsam pallio involvas, exceptâ fenestellâ, quâ speculum patet, & sub eo pallio aliquis lateat poterit facilè in horizontali plano capsæ, rerum imagines delineare.

Hoc artificium pariter cubiculo accommodari poterit, præcipuè si in turris fastigio sit collocatum: tunc autem lens vitrea non omnino horizontaliter disponenda est; sed angulum aliquem verbi gratia quindecim, aut viginti graduum cum horizonte comprehendat, speculum autem quantum fieri potest foris spectet, tabella imagines excipiens sit eundem cum horizonte angulum comprehendens, quem lens vitrea.

Si verò cubiculum esset superius, ita ut objecta quæ communiter videnda objicerentur, essent inferiora cubiculo; satius esset lentem verticalem disponere, & speculum ad angulum graduum quadraginta quinque, sed ad partes inferiores obversum; cætera usus docebit.

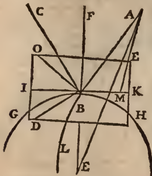
CATOPTRICÆ
LIBER SECVNDVS.
De Speculis convexis.

HIC agemus primo de speculis sphæricis convexis, exinde de columnaribus, seu cylindricis convexis, ultimò de conicis. Sphærica quidem ideo primo loco explicamus, quia simplicia sunt, & non composita, cylindrica enim, & conica, composita sunt; constántque curvâ, & rectâ superficie, hoc est si secundùm longitudinem spectentur, proprietates planorum admittunt, si secundùm curvitatem, ad sphærica deflectunt.

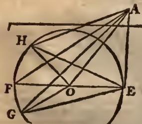
SVPPOSITIO.

SUPPOSITIO prima superioris libri, huic materiæ suo modo aptanda est, nempè radios incidentiæ, & reflexionis, in eadem esse superficie, quæ fit ad superficiem speculi recta. Sit enim radius

dius incidens AB, reflexus BC, si intelligatur planum DE, tangens speculum sphæricum in puncto



reflexionis B; eodem modo fiet reflexio à puncto B sphæræ, ac à puncto B ipsius plani tangentis sphæram in puncto B. Ducatur enim ex centro E, per contactum B, linea E B F; sitque communis sectio superficiei F B A, & plani DE, linea BK, ajusdem autem superficiei per centrum E transeuntis, & sphæræ communis circulus sit GH, qui (*per cor. 1. primæ Theod.*) erit maximus. Sit alius quicúmque maximus circulus LB, in cujus plano sit linea BD, (*per 4. Theod.*) sunt anguli E B D, EBI, EBK recti, sunt IM, DB, BK tangentes; & cum circuli maximi sint æquales, erunt anguli contingentiæ DBL, IBG, HBK æquales. Ex puncto A, ducatur ad lineam I K, perpendicularis AM, est item superficies A B F, ad planum D E, recta (*per 18.11.*) eritque angulus ABI maximus, qui fit in puncto B, à linea AB, cum lineis in plano D E ductis; ita ut ABI, sit major quàm ABD, & ABK minimus. Quod si anguli D B I, I B O sint æquales; anguli etiam ABO, ABD sint æquales. Additis autem æqualibus angulis contingentiæ, erit angulus ABG maximus omnium, & ABL, major quam A B H, ergo debet fieri reflexio in plano anguli A B I, ubi est minor resistentia, propter quam rationem diximus in planis speculis radios incidentiæ & reflexionis in eodem esse plano ad superficiem speculi recto.



Quia autem videmur assumpsisse, quod si à puncto aliquo in sublimi posito, ad planum obliquè ducatur linea, angulus qui ab ea comprehenditur, cum ea quæ in plano, erit in communi sectione in quam cadit perpendicularis, erit maximus omnium. Hoc ita facilè probabo. Sit linea A O, obliquè cadens in planum H E, ducatur ex A ad planum H E perpendicularis AE, eritque (*per 18.11.*) superficies AEO ad illud recta, & communis utriúsque superficies linea EO, producatur linea EO in F, dico angulum A O F, maximum esse omnium & AOG majorem esse quàm AOE. Ex alia verò parte sit linea OH, ita ut anguli HOF, GOF sint æquales, dico angulos AOH, A O G æquales esse. Ex O ut centro, intervallo OE, describatur circulus EGH, ducantúrque lineæ GE, HE, GO, HO, HA, FA, GA.

Demonstratio. (*Per 15.3.*) erit E F, maxima omnium linearum ex puncto E ductarum, igitur major quam GE, in triangulis rectangulis A E F, AEG, cum quadratum AF æquale sit quadratis AE, EF, & quadratum AG, quadratis AE, EG, & priora majora sint, eò quòd FE linea, major sit, quàm EG, erit AF major quam AG, & AE omnium minima, cum sit perpendicularis, quare in triangulis AOF, AOG, AOE, cum latus AO, sit commune & latera OF, OG, OE sint æqualia, & basis AF major quam AG, & AG major quam A E, (*per 24.1.*) erit angulus A O F maximus, & AOG major, quam AOE. Ostendam item si anguli FOH, FOG sint æquales, consequenter angulos HOE, GOE, (*per 4.1.*) bases HE, GE, æquales esse; unde & lineæ H A, G A, æquales erunt & ideo anguli A O H, A O G: quod erat ostendendum.

COROLLARIUM I.

Ab hac explicatione, sequitur communem sectionem superficiei reflexionis, & speculi sphæriei, esse maximum ejus circulum. Cum enim superficies reflexionis sit in aliqua linea ducta à centro sphæræ per punctum reflexionis, ideo hæc superficies per centrum transit, igitur (*per 1. Theod.*) ejus communis sectio cum sphæra est maximus circulus.

COROLLARIUM II.

Sequitur item lineam ductam, à centro ad punctum quodcumque superficiei sphæricæ, facere cum eadem superficie angulos æquales. Ostendimus enim angulos EBG, EBH, EBL esse æquales; unde dicitur hæc linea, perpendicularis ad superficiem sphæricam, nequa aliter intelligi potest perpendicularis nisi quod anguli hinc inde sint æquales.

COROLLARIUM III.

Linea ducta ab objecto ad centrum speculi, est in superficia reflexiva, qualis est linea AE, nam est in eodem plano (*per primam 18.*) in quo lineæ AB, BE; quod ostendimus esse superficiem reflexivam, ideóque necessariò secat circulum qui est communis sectio illius plani, & speculi. Addo quod hæc linea per secundum corollarium sit perpendicularis ad superficiem speculi dicatur ergo cathetus incidentiæ.

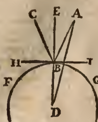
PROPOSITIO L.

Theorema.

Linea ducta à centro speculi, per punctum reflexionis, dividit bifariàm angulum comprehensum à radiis incidentiæ, & reflexionis.

Sint radii incidentiæ, & reflexionis AB, BC, centrum

centrum speculi sphærici punctum D, dico ductam lineam D B E, dividere angulum ABC bifariàm.



Sit communis sectio superficiei reflexivæ, & speculi, circulus FBG, ducatúrque per punctum B tangens H I.

Demonstratio. Angulus incidentiæ ABG, æqualis est angulo reflexionis C B F; & consequenter ablatis æqualibus angulis contingentiæ GBI, FBH, restabunt anguli C B H, A B I æquales, sed (*per 16.3.*) anguli E B H, E B I, æquales sunt utpote recti: igitur ablatis æqualibus ABI, CBH, restant anguli EBA, EBC æquales; quare angulus A B C, divisus est bifariàm; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Solus Cathetus incidentiæ in seipsum reflectitur.

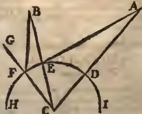
Vide figuram præcedentem.

Sit cathetus incidentiæ AD, dico illum solum in se reflecti. Sit enim si fieri potest alius radius AB, qui dicatur reflecti in seipsum. Sit ut prius superficies reflexionis ABD, ductâque lineâ E B, & tangente H I, erit angulus E B I rectus, ergo A B I erit acutus; quare non reflectetur radius AB in seipsum, alioquin angulus incidentiæ esset æqualis angulo reflexionis A B H, acutus obtuso, quod est absurdum: igitur solus cathetus incidentiæ in seipsum reflectetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Punctum reflexionis in speculis sphæricis est inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.



Sit objectum A, oculus B, sitque centrum speculi sphærici C, catheti incidentiæ & reflexionis AC, BC, secantes speculum in punctis E, & D; dico punctum reflectionis esse inter D & E.

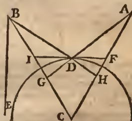
Demonstratio. Primò non potest punctum reflexionis esse punctum D aut E; non punctum D, quia (*per præcedentem*) radius DA reflectitur in seipsum; quærimus autem punctum reflexionis, à quo reflectatur lumen emissum ab objecto A ad oculum B. Non etiam punctum E, conceptâ enim lineâ A E, esset (*per 2. Suppos.*) angulus A E D incidentiæ, æqualis angulo B E F, quod est absurdum, cum linea B E sit cathetus incidentiæ, & consequenter anguli BEF, BED sint æquales. Non etiam erit ultra punctum E, verbi gratia, in puncto F, sit enim si fieri potest F, punctum reflexionis, essent ergo anguli AFD, & BFH (*per 2. Suppos.*) æquales; quod est absurdum. Ducatur enim per punctum F, ex centro C linea CFG. hæc erit perpendicularis, atque adeo anguli GFH, GFE æquales; ergo angulus BFH, major angulo GFH, & AFE, minor angulo GFE; ergo non sunt æquales, igitur F, non est punctum reflexionis. Eodem modo ostendam punctum reflexionis non esse ultra punctum D in puncto I, ergo restat ut sit inter puncta D & E, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Radius reflexus in convexis sphæricis cum catheto incidentiæ concurrit, & vicissim radius incidentiæ cum catheto reflexionis.

Sit objectum A oculus B, cathetus incidentiæ AC, reflexionis BC, punctum reflexionis inter



utrumque cathetum sit punctum D, dico lineam reflexionis B D concurrere cum catheto incidentiæ.

Demonstratio. Linea reflexionis est in eodem plano cum linea incidentiæ AD, & utrâque catheto. Fiat in eodem plano angulus C B E, æqualis angulo A C B, erunt (*per 27.1.*) parallelæ lineæ DE, AC, & cum radius reflexus B D, conveniat cum linea BE, non erit parallelus catheto A C, atque adeo cum illa conveniet, idem ostendam de radio incidentiæ respectu catheti reflexionis, quod erat ostendendum.

PROPO

PROPOSITIO V.

Theorema.

Radius incidentia cum catheto reflexionis, & radius reflexionis cum catheto incidentia concurrunt infra tangentem ductam per punctum reflexionis, & supra centrum.

Vide figuram praecedentem.

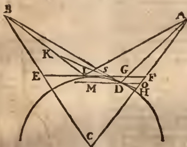
Sit objectum A oculus B, centrum speculi C, punctum reflexionis D, I F tangens per punctum reflexionis, quæ sit in plano reflexionis in quo etiam sunt catheti; dico radium incidentiæ AD secare cathetum incidentiæ AC in puncto G, quod dico esse infra lineam IF, & radium reflexionis BD, secare cathetum incidentiæ in puncto H, quod dico esse infra tangentem DF.

Demonstratio. Punctum A objecti non potest esse in ipsa IF, ita ut oculus etiam in eadem existat, tunc enim nulla fieret reflexio propriè dicta, sed esset directa luminis propagatio, cum radii qui dicerentur incidentiæ, & reflexionis unicam lineam rectam constituerent, neque etiam punctum A, erit infra tangentem DF tunc enim (*per 16.3. Eucl.*) posset duci linea recta ad punctum D. Unde punctum D non esset punctum reflexionis; contra suppositionem. Erit igitur punctum A, supra lineam DF, ideoque post intersectionem quæ fit in puncto D, erit infra eandem lineam ED; ergo intersecabit cathetum incidentiæ infra tangentem E D, item sequitur quod radii secabunt cathetos supra centrum. Cum enim centrum C, sit in linea A C, si radius AD, conveniret in C, aut infra; duæ lineæ rectæ spatium clauderent. Quod est absurdum.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Ab eodem objecti puncto ad eundem oculum, ab unico tantum speculi spharici convexi puncto fieri potest reflexio.



Objectum datum sit A, oculus sit B, speculi centrum sit C, cathetus incidentiæ AC, reflexionis BC; dico in speculo convexo unicum tantum punctum assignari posse in quo fiat reflexio objecti A ad oculum B.

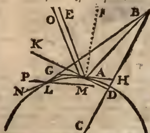
Primò quidem planum in quo fit reflexio, illud est quod ducitur per BC, AC, illud autem unicum est; ergo extra illud planum non fiet reflexio ab objecto A ad oculum B. Sit communis sectio speculi sphærici, & illius plani circulus I D. dico quod in uno tantum ejus puncto fiet reflexio. Primò fiat in puncto I, assero fieri non posse in alio puncto ut in D; ducatur enim per punctum I tangens E I F, & per punctum D illi parallela MDO. Item per punctum D, ducatur tangens KDH.

Demonstratio. (*per 2. Supp.*) sunt anguli BIE, AIF æquales; sed angulus BIE, (*per 16.1.*) est major quam BSI, & BSI, (*per 28.1.*) æqualis est angulo BDM; igitur angulus BIE, major est angulo BDM, & adhuc multò major angulo BDK. Ex alia verò parte angulus AGF major est (*per 16.1.*) angulo AIF, & pariter angulus ADO est æqualis angulo AGF, & angulus ADH major est angulo ADO; ergo multo magis angulus ADH, major erit angulo A I F, seu illi æquali BIE: ergo anguli BDK, ADH non sunt æquales. Quod necessarium esset (*per suppos.1.*) ut fieret reflexio in puncto D, ab objecto A ad oculum B: igitur reflexio fit tantum in uno speculi convexi puncto. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO VII.

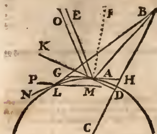
Theorema.

Radii reflexi in speculis convexis, magis disperguntur, quam in speculis planis.



A puncto B, luminosi aut objecti emittantur

duo radii in eundem circulum reflexionis. Dico fore ut magis ab invicem separentur quàm si re-



flecterentur ad speculum planum. Sint igitur primò B C perpendicularis, & B A radius inclinatus ex puncto A ad BC, ducatur perpendicularis A D; item per A ducatur tangens circulum in A, sitque G A H, fiatque angulo B A D, angulus K A F æqualis, & angulo BAH, angulus G A E æqualis.

Demonstrat. Si fieret reflexio in speculo plano A D, radius B D in seipsum rediret cum sit perpendicularis, quod etiam accidit in speculo convexo; radius autem BA in speculo plano AD reflectitur in A F. Quia verò ut speculum K D, coincidat cum tangente, debet moveri angulo KAG (*per 18. præcedentes*) radius reflexus mutabitur, ita ut angulus FAE sit duplus anguli K A G; ergo magis dispergetur radius, quam si reflecteretur ad speculum planum, quod erat ostendendum. Idem ostendam de duobus radiis BA, BL; si enim ducatur per L, parallela lineæ G A, item tangens NL, si sumeretur L M. per modum speculi plani, fieret reflexio radii B A M, incidentis per radium M O. parallelum ipsi A F, ut patet propter angulos OML, FAG æquales: in puncto autem G, si fiat reflexio, quia linea M L non est tangens, debet autem inclinari, ut coincidat cum tangente radius reflexus movebitur angulo, duplo anguli NLP, igitur adhuc magis dispergetur, quam si reflexio facta fuisset in speculo plano; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Magis dispergantur radii reflexi quam incidentes, si rectà procederent, quoniam (*per 17. praced.*) eodem modo procedunt radii reflexi in speculis planis, ac radii directi qui procederent ex loco imaginis; si objectum ibi collocaretur, immo & eodem modo, quo si rectà procederent ab ipso objecto aut lucido, ita ut non reflecterentur; sed magis recedunt ab invicem radii reflexi à speculo convexò, quàm à speculo plano; ergo magis recedunt ab invicem radii reflexi ad speculum convexum, quam directi.

COROLLARIUM II.

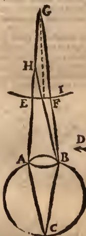
Ex hoc intelliges rationem quare specula convexa inepta sunt ad ignem accendendum radiis solaribus, cum enim ignis productio debeat fieri ex collectione radiorum solarium, hæc autem fieri non possit speculo convexo; immò verò hoc radios propaget, modo huic collectioni omnino contrario, inde fit ut productionem hujusmodi effectus prorsus impediat, Unde excepti radii solares speculo convexo, ita amplificantur, ut penitus evanescant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Speculo Spherico convexo defectum myopum corrigere.

Revocare debemus, ea quæ diximus primo libro Optices, defectum myopum in eo consistere, quòd eorum crystallinus, ut pote nimis convexus, ante retinam radios ad eandem objecti partem pertinentes uniat, qui cum post eam unionem, separentur, necesse est confusionem in imagine inveniri. Supposuimus autem eam esse proprietatem lentis convexæ, ut radios quasi è propinquo venientes ad majorem distantiam uniat.



Sit igitur oculus A B C, crystallinus A B, retina ACB, sitque objectum quodcumque D; quod videatur per radios ad superficiem convexam reflexos EA, HB, qui (*per præcedentem*) magis recedent ab invicem, seu ut vocant, magis erunt divergentes, quàm si reflecterentur à speculo plano; in speculo autem plano eodem modo (*per 17. præcedentis*) propagantur radii reflexi ac si objectum esset in loco imaginis. Sint ergo radii qui reflecterentur à speculo plano EA FB, minus divergentes inter se, quam E A, HB; convenient tamen radii EA, FB, in sua catheto incidentiæ, sit illud punctum G; cum radii B A, B H, magis dispergantur versus A & B, debent necessariò citius convenire, convenient ergo in puncto viciniori quàm sit punctum G. Sit illud H, sed supposuimus ex dioptrica lentem convexam qualis est crystallinus ad majorem distantiam unire radios provenientes ab objecto viciniori, quam ab objecto remotiori. Item supponitur myopis crystallinus ad minorem distantiam, seu nimis citò unire radios objecti remotioris; ergo poterit fieri ut si objecti alicujus radii unirentur ante retinam, adhibito speculo convexo convenienti, præcisè in

ipsa

ipsa retina uniantur, ergo speculo convexo potest corrigi ille defectus; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

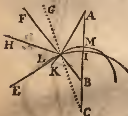
Ex eo colliges specula convexa idem præstare quod lentes concavæ; unde refractio, contraria est reflexioni quo ad hoc. Ex quo etiam concludere potes pro lentibus concavis, quidquid de speculis convexis demonstrabitur. Sicut ergo lentibus concavis, aut convexis, perspicilia oculis aptamus, ita etiam specula; tubos etiam Opticos ad distinguenda objecta efformabimus, nisi quod ubi refractio concavitatem desiderat, reflexio convexitatem adhibeat; & vicissim.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Speculum convexum minoris Sphæræ segmentum, magis dispergit radios reflexos, quam speculum quod est majoris sphæræ segmentum.

Licèt hæc propositio in genere probari possit, hoc modo: Sphæræ majoris superficies magis accedit ad planam, quàm Sphæræ minoris: ergo etiam debet minus dispergere radios, quàm Sphæræ minoris superficies. Alio tamen modo demonstrari debet, ut oculis subjiciatur. Sit ergo objectum aut lucidum A, sitque cathetus incidentiæ communis utrique Sphæræ ABC, ut eodem modo objiciantur lucido, sitque K, punctum intersectionis utriusque Sphæræ. Ducatur radius incidentiæ AK, qui sit communis, hoc est in utramque Sphæram incidat. Sit centrum minoris Sphæræ B, & minoris C; ducatur per punctum reflexionis K, linea B K, quæ perpendicularis erit, debetque dividere bifariam angulum A K H, ita ut anguli AKF, FKH, sint æquales eritque radius E K, reflexus minoris Sphæræ. Ducatur item linea CKG, debebit angulus AKG æqualis esse angulo GKH, ùt K H, sit radius reflexus in majori Sphæra, sed angulus AKG, minor est angulo AKF: igitur angulus HKG, minor erit angulo FKE; ergo radius reflexus majoris sphæræ cadet intra ABC, cathetum communem & radium BK, igitur minor sphæra magis dispergit radios. Ratio hujus rei est quia idem radius totalis A K I, incidens eodem modo in utrámque sphæram secundum lineam AI, magis inclinabitur secundum aliam extremitatem, nempè secundum lineam A K. Cum enim angulus KBI sit major angulo KCI, (*per* 16.1.) arcus KK pauciores gradus continebit, quam KM minoris sphæra.



COROLLARIUM.

Ex eo sequitur quod quò speculum erit minoris sphæræ segmentum, eò etiam efficiet ut radii ad crystallinum emissi tardiùs uniantur. Incident enim in illum, quasi ex propinquiori loco: igitur tardius unientur.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Quò speculum convexum propiùs oculo admovebitur, eò tardiùs radii ad idem objectum pertinentes post crystallinum unientur.

Sit objectum A, cujus radii reflexi BC, ED, FG; sitque oculus primò in DC; deinde in HI, dico quod in HI radii BH, FI tardiùs, seu ad majorem à crystallino HI distantiam, unientur, quàm radii BC, ED post crystallinum DC.

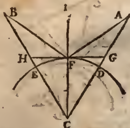


Demonstratio. Radii GF, DE, magis inclinantur ad invicem, quam in speculis planis, (*per* 7. *hujus*) GF, & BC, multò magis inclinabuntur ad invicem seu minus distabunt à parallelis, quam radii BC, ED; sed in lentibus convexis, qualis est crystallinus, radii magis inter se inclinati, seu magis divergentes, tardiùs, hoc est ad majorem distantiam uniuntur: ergo quò propius admovebitur speculo oculus, eò ad majorem distantiam radii ad idem objectum pertinentes, unientur.

PROPOSITIO XI.

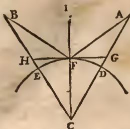
Theorema.

Si objectum, & oculus æqualiter à speculo distent; punctum reflexionis æqualiter distat ab utráque catheto.



Objectum A, & oculus B, æqualiter à speculo & consequenter à centro ejus distent, sintque catheti AC, BC secantes circulum, qui est communis sectio superficiei speculi, & plani reflexionis

in punctis D & E, dico punctum reflexionis dividere arcum ED bifariàm. Sint enim arcus EF, FD



æquales, & per F ducatur HFG tangens circulum in F, ducantúrque lineæ CFI, FA, FB.

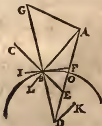
Demonstratio. In triangulis CFH, CFG, cum anguli in F recti sint & æquales, item anguli FCG, FCH, cum arcus E F, FD supponantur æquales, (*per* 24.1.) erunt cætera æqualia nempè latera HF, FG, anguli CGF, CHF, & consequenter anguli FGA, FHB reliqui ad duos rectos, item lineæ CG, CH, & reliquæ GA, HB. Jam verò in triangulis AGF, BHF, cum latera FG, FH; item AG, BH sint æqualia; & anguli AGF, BHF, sint ostensi æquales, erunt (*per* 4.1.) reliqua æqualia, nempè anguli AFG, BFH, qui cum sint anguli incidentiæ & reflexionis, reflexio facta ab objecto A, ad punctum F, perveniet ad oculum B, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Eadem est ratio totius catheti incidentiæ ad lineam interceptam, inter centrum speculi, & concursum radii reflexionis, quæ est distantia objecti à tangente, ad lineam interceptam, inter tangentem & concursum radii reflexionis, cum catheto incidentiæ.

Sit objectum A, cathetus incidentiæ AD, radius incidens AB, communis sectio speculi sit cir-



culus O B, sit B F tangens, radius reflexus C B, concurrat cum catheto incidentiæ supra centrum D, & infra tangentem BF, nempè in puncto E, dico ita esse AD ad DE; sicut AF ad FE, ducatur linea DBG, & AG parallela lineæ BE.

Demonstratio. Cum anguli A B F, C B I (*per* 2. *Suppositionem*) sint æquales, & CBI, FBE, oppositi ad verticem sint etiam æquales: erunt anguli ABF, FBE æquales, quare (*per* 3.6.) erit AF ad FE, ut AB ad BE, sunt autem AG, AB æquales. In parallelis AG, EC, sunt anguli alterni æquales, nempè G & C B G; hic autem angulo ABG est æqualis, ergo (*per* 5.1.) AB, AG sunt æquales. Rursus propter parallelas AG, & BE, ita est AG seu AB ad BE, sicut AD ad DE, quare ita est AD ad DE, sicut AF ad F E; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Idem probari poterat de radio incidentiæ respectu catheti reflexionis, ut si poneretur oculus in A, & objectum in puncto C.

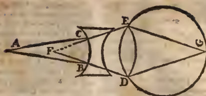
PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Locus imaginis in speculis sphæricis convexis.

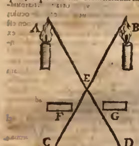
Licèt jam aliqua dixerimus de hac materia, quæ in speculis planis facilè constituta est, hîc tamen adhuc exactius eam recoquere placuit, cum in his speculis sit peculiaris difficultas. Puto autem difficultatem hanc ex eo procedere, quod non satis perspectum sit, ex quo capite oriatur determinatio ad judicandum de distantia objecti ab oculo, etiam in visione directa, idcóque mirum non est si de reflexis, aut refractis vix quidquam omni ex parte certum constituere liceat. Unde ut nihil intentatum relinquamus, aliqua hic revocanda mihi sunt. Dico ergo quod si objectum per unicam tantum lineam in oculum radiaret, vix quidquam certi de illius ab oculo distantia judicare possemus: quia sive objectum longiùs secundum eam lineam ab oculo distaret, sive propriùs admoveretur, eandem semper oculi partem afficeret. Unde quoties de distantia judicium ferendum est, vel geminos advocamus oculos, vel certè pupillam unius oculi non ut indivisibilem consideramus; sed pro varia inclinatione radiorum, diversas pupillæ partes attingentium, distantiam percipi jam alias constituimus. Locus ergo in quo radii ab eadem objecti parte, etiam per reflexionem, ad diversas pupillæ partes emissi, unientur, is erit locus extra oculum, ex quo omnes oriri, & proficisci videbuntur; ille locus est is in quo tali objecti imago existere videbitur. De illis ergo tantum distantiis unus oculus benè cognoscet, sive ex flexe, sive directè, ad quas pupillæ latitudo determinatam, & sensibilem aliquam rationem habebit.

Diximus item ex eo posse oculum aliquo modo distantiam percipere, eò quòd ut objecta propiora distinctè perciperet, necessaria erat aliqua crystallini coarctatio, & conformatio in minorem sphæram, aut remotio retinæ ab eodem crystallino. Quod si accidat ut objecto remoto existente, radii tamen propter refractionem aut reflexionem, ita incidant in oculum, quasi esset in loco viciniori, ita eo videbitur. Ut si objectum A, ita amittat radios AB, AC, & illi fracti propter lentem concavam ita in oculum incidant, ut radii D B, E C, producti conveniant in F; dico objectum A, videndum in F. Ratio est quia si objectum



jectum A esset in F, & directè radiaret per radios FD, FE, videretur in puncto F, ex quocumque tandem capite oriatur determinatio oculi ad percipiendam distantiam, ergo eum refractè per eosdem radios DB, CE in oculum radiet, videbitur in puncto F. Ex quo sequitur objectum videndum esse in puncto concursûs radiorum ad diversas partes retinæ appellentium, si tamen nulla habeatur ratio aliarum circumstantiarum, nempè aut corporum interjectorum, aut magnitudinis; nam aliquando accidet, tunc objectum minui & in tali casu si magnitudinis ratio habeatur videbitur remotius esse.

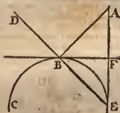
Certius est judicium de distantia quod ex duobus oculis desumitur, ita ut licet vi unius oculi judicaretur objectum distare, vi tamen duorum judicabitur in alio loco. Jam attuli hujus rei exemplum satis luculentum in visione directa, quod hic repeto, eo quod ad institutum nostrum multum faciat.



Sint faces A & B, supra mensam æqualiter altæ, sintque oculi C & D duobus, aut tribus pedibus ab iis distantes, sintque corpora opaca F & G, ita interjecta ut oculus C sinister, facem dextram B tantum videre possit, & vicissim oculus D facem A. Si oculo D intueamur facem A, simpliciter ea videbitur in suo proprio loco, oculo C interea feriante; cum axis ejus opticus ad facem A directus, intercipiatur corpore opaco F. Detorqueantur axes Optici, ut oculus C per axem Opticum facem B respiciat, & oculus D facem A, tunc illæ duæ faces videbuntur coalescere in unicam facem, in loco E existentem. Ex quo experimento facili, & indubitato, concludo eam determinationem quæ ex duobus oculis procedit, esse fortiorem ad assignandum objecto locum proprium, seu potentiorem, quàm quæ ex radiis ad diversas pupillæ partes appellentibus desumitur. Duplex igitur restat via ad determinandum locum imaginis in quibuscúmque speculis. Prima erit locus in quo concurrent extra oculum radii ejus objecti ad diversa pupillæ puncta producti. Secunda erit si notemus locum in quo concurrent duo radii reflexi, ad duos oculos ducti.

Hic triplicem invenio opinionem. Prima, quæ à Vitellione Alhazeno, & veteribus assumitur tanquam principium, nempe locum imaginis cujuscumque objecti per reflexionem visi esse in concursu radii reflexionis cum catheto incidentiæ, quam recenter aliqui revocarunt in dubium. Præsertim verò Stevinus qui existimavit locum imaginis esse in concursu lineæ reflexionis cum catheto incidentiæ, non ad superficiem speculi, sed ad planum tangens speculum in puncto reflexionis perpendiculariter ducta.

Ut eorum igitur rationes expendamus, & quantum fieri potest aliquid certi in hac materia constituamus, incipiamus à Stevino. Sit igitur



objectum A, speculum convexum BC, punctum reflexionis B, sit oculus D, per punctum B, intelligatur planum aliquod tangens speculum, cujus communis sectio cum superficie reflexionis, sit linea BF, & circulus CB sit communis sectio speculi, & ejusdem superficiei; ducatur cathetus AF, sintque lineæ AF, FE, æquales. Dicit locum imaginis objecti A, esse punctum E. Ratio quam affert est hæc, quod punctum B sit commune plano BF, & superficiei sphæricæ CB; ergo sicut reflexio eodem modo fit in utroque; ita etiam debet idem esse locus imaginis. Sibi deinde objicit hoc repugnare experientiæ: sequeretur enim objecta visum iri ut plurimum extra speculum, cum tamen vix unquam spectentur extra speculum: si nempe sit perfectus globus, respondet quod licet punctum imaginis sit punctum E, non tamen in puncto E videbitur objectum; sed hoc est ludere in æquivoco, voco enim locum imaginis eum in quo spectatur objectum. Ad rationem autem quam attulit, facilè respondebo, concedendo punctum B esse commune superficiei sphæricæ, & plano tangenti per illud ducto, item eodem modo fieri in puncto B reflexionem, sive in superficie plana, sive in curva consideremus. Sed nego etiam in reflexione factâ in speculo plano,

si unicus tantum & indivisibilis radius reflexionis daretur, quod objectum repræsentaret in puncto E. Repræsentabitur ergo in puncto E, si consideretur radius reflexionis cum aliqua crassitie, ita ut impleat totam pupillam, eodem enim modo in speculis planis afficitur oculus pluribus radiis reflexis, ac si re vera objectum esset in puncto E, cum omnes producti in puncto E concurrant. Quod si considerentur plures radii reflexi à diversis speculi plani partibus; omnes non concurrent in puncto E, sed in aliquo alio; ergo nihil concludit contra communem sententiam, donec ostendat diversos radios reflexos concurrere in puncto E quod nunquam faciet. Ideoque puto hunc modum Stevini esse inefficacem. Hanc item methodum probare conatur ab eodem allata experientia, quam sæpe capere tentavi; nunquam tamen mihi successit. Dicit ergo quod si aliquod objectum illustre qualis est fax accensa, de nocte in speculo convexo spectare velis, si ea fax non sit in eodem plano in quo sunt oculi & centrum speculi, quod geminata apparebit illa fax, neque unquam quacumque detorsione axium Opticorum in unam eandemque coalescere poterit. Non moror quomodo hoc ad institutum ejus faciat; sed contendo id non contingere, atque ad hoc tentandum lectorem invito. Quare ad antiquam sententiam explicandam accedo, quæ enim à Keplero afferuntur in contrarium, sunt tantum limitationes aliquæ communis sententiæ.

Alhazen & alii post ipsum, assumpserunt tanquam axioma, locum imaginis esse in communi concursu radii reflexionis cum catheto incidentiæ, quod experientiâ potiùs comprobarunt, quàm ulla ratione. Experientia autem ita habet. Sit speculi cujuscumque verbi gratia convexi superficies AB, super quam ad angulos rectos erigatur regulæ alicujus linea ultima, ita ut producta tendat in centrum E; ex quocumque loco spectetur reflexè punctum D, immò tota linea BD, videtur secundum lineam B E, quæ constituat semper unicam lineam cum ipsa B D; sed hoc fieri non potest, quin punctum D, & quodcumque aliud videatur in concursu radii reflexi, cum catheto incidentiæ; ergo locus imaginis assignandus est in eo concursu. Sit enim radius reflexus H G, per quem videatur punctum D. Primò certum est videri punctum D per ultimum radium per centrum oculi transeuntem. Suppono enim GH esse axem Opticum ipsius oculi; ergo videbitur punctum D, in aliquo puncto lineæ HI, experientiâ etiam constat apparere in linea BI: igitur locus in quo videbitur, seu locus imaginis erit in puncto I.

Probatur deinde ratione. Sint duo puncta G & F, vel plura ejusdem pupillæ in diverso plano transeunte per centrum speculi E, & per objectum D, illud utrumque planum erit planum reflexionis, unum quidem in quo erit radius HG, & alius in quo erit radius K F. Sit autem plani DEH, & speculi communis sectio circulus A H B, & plani F E B circulus K B; quia linea DE cathetus incidentiæ, est communis sectio utriusque plani, (*per 4. hujus*) uterque radius GH, K F, in diversis illis superficiebus existentes concurrere non possunt, nisi in puncto aliquo communi utrique superficiei. Sed nullum est punctum commune utrique superficiei, nisi punctum aliquod catheti incidentiæ; ergo vel non concurrunt omnino vel concurrunt in catheto incidentiæ, ideoque concurrent quidem si arcus KB, KH sint æquales: si verò sint inæquales ostendam non omnino concurrere, sed non longe à puncto I, utrumque in catheto terminari, ideoque ferè eodem modo affici pupillam, ac si objectum circa punctum I existeret.

Quod si duo oculi adhibeantur, meliùs & præcisius de loco imaginis feretur judicium. Sint enim duo oculi F & G, in diversis planis reflexivis positi, ut communiter accidit, licet in eodem etiam esse possint, necessariò objectum videbitur esse in radio G H, item in radio F I, qui radii cum supponantur esse in diversis superficiebus in quibus (*per primam Suppos.*) est etiam cathetus incidentiæ DE, non possunt alibi concurrere nisi in catheto incidentiæ, quæ communis est utriusque plani sectio. Ergo si objectum unicum apparet, videbitur in aliquo puncto catheti incidentiæ, in quo radii reflexi, aut re vera concurrunt, aut certè non multùm absunt à concursu.

Si verò oculi sint in eadem superficie reflexionis, ideoque inæqualiter absint à catheto incidentiæ, fateor radios reflexos uniri ante cathetum incidentiæ, & hæc est exceptio quam habet Keplerus, quam tamen ante ipsum præviderat ipse Vitello. Sit ergo objectum A, oculi in eadem superficie reflexionis existentes B, & C, puncta reflexionis I, D, per quæ ducantur tangentes circulum qui est sectio communis superficiei reflexionis, & speculi; sintque EI, DF, radij autem reflexionis BIG, CDK. Centrum speculi sit L. Dico radium CD, productum secare cathetum incidentiæ supra punctum G in H, atque adeo jam ante concurrisse in puncto K, cum radio BIG producto.

Demonstratio. Tangens DF, necessariò cadit supra punctum E, nempe in F; est ergo AF minor quam AE. Ostendo autem radium CD, productum cadere non posse neque in punctum G, neque infra punctum G, ut in M; ergo cadit suprà. Cadat enim in punctum G, quia (*per præcedentem*,) est ut AL ad LG; ita AE ad EG, & pariter esset ut AL ad LG, ita AF ad FG, si radius CD concurreret in G, igitur esset ut AE ad EG, ita AF ad FG, quod implicat. Nam cum prima sit major tertiâ; secunda etiam major esset quartâ, pars toto; quod implicat.

Secundò

Secundò neque cadet infra punctum G, ut in M Est enim ut AL ad GL; ita AE ad EG; sed AL ad GL minorem habet rationem quam AL ad GM minorem, ut autem AL ad GM; ita AF ad FM, (*per praecedentem*): igitur major esset ratio AF, minoris ad majorem FM, quam AE majoris ad EG minorem; quod etiam implicat. Igitur radius CD, productus concurrit cum catheto incidentiae supra punctum G. Igitur cum supponatur esse in eodem plano, jam cum illo concurrerit in puncto K, atque adeo tunc objectum videbitur extra cathetum incidentiae.

Hoc viderant Alhazen & Vitellio, nisi tamen sit notabiliter major inclinatio unius radij reflexionis, quàm alterius, non erit notabilis illa diversitas. Ideoque saltem pro uno oculo benè poterit constitui locus imagini in catheto incidentiae, quia plures lineae reflexionis in diversas partes pupillae incidentes, conveniunt in catheto, & propter exiguam latitudinem ipsins pupillae in eodem physicè puncto. Adde quod in determinando loco objecti, praecipuam vim habet axis Opticus, seu medius ille radius. Idem dico si distantia duorum oculorum non habeat notabilem rationem ad ipsam cavitatem speculi. Possumus igitur assumere tanquam indubitatum locum imaginis in speculis convexis, esse in catheto incidentiae.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Major est distantia imaginis à centro quàm à puncto reflexionis.

Sit locus imaginis in puncto E, (*figura prop. 12.*) dico majorem esse lineam DE lineâ BE. Ducatur enim DK, parallela lineae AB, quae debet cadere infra lineam AD, alioquin concurreret cum linea AB.

Demonstratio. (*Per 28.1.*) anguli alterni LBD, BDK sunt aequales; L B D autem & D B E, aequalibus CBG, ABG, oppositi adverticem, sunt etiam aequales; igitur anguli DBE, BDK sunt aequales, sed angulus BDK, est major angulo BDE, quare angulus DBE, eodem angulo BDE major erit; ideóque (*per 19. 1.*) latus DE latere BE majus erat. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Major est distantia objecti ad speculum convexum, quam imaginis ad idem speculum.

Sit in eadem (*figura prop. 12.*) objectum A; locus imaginis E, dico majorem esse distantiam AO, quam OE.

Demonstratio. Cum enim (*per 12.*) sit ut AD ad DE, ita AF ad FE, & AD sit major quam ED, AF etiam major erit quam FE; ergo multò major erit AO quàm OE. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Sequitur item majorem esse distantiam objecti à tangente, quam tangentis ad imaginem. Ostendi enim AF majorem esse quàm FE.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Distantia imaginis à centro major est dimidiâ parte semidiametri.

In eadem (*figura propositionis 12.*) sit locus imaginis E, dico lineam DE, majorem esse linea EO.

Demonstratio. Quia est ut AD ad DE, ita AF ad FE; erit etiam alternando ut AD ad AF; ita DE ad EF. Prima autem est major secunda, totum parte; ergo & tertia ED major erit quarta EF; ergo multò major erit quam EO; quare semper locus imaginis magis distat à centro quam dimidia parte semidiametri; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Locus Imaginis magis accedit ad tangentem quam ad centrum circuli.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Puncti remotioris à speculo in eodem catheto incidentia assumpti, imago vicinior est centro, quam puncti minus remoti.

Sit communis sectio speculi & plani reflexionis circulus BC, cathetus reflexionis sit AD, locus imaginis objecti A sit E, dico si detur aliud punctum G in eodem catheto, quod sit vicinius speculo, illius imago erit remotior à centro, nempe in I.



Demonstratio. Quoniam puncta A & G sunt in eodem catheto incidentiae, & superficie reflexionis ductae per AD, & per cathetum reflexionis, eadem erit utriusque superficies reflexionis; sit ergo haec circulus BC, sitque punctum reflexionis quo reflectitur punctum A ad oculum K, punctum B; dico punctum reflexionis respectu puncti G, primò non esse punctum B. Si enim intelligatur duci linea GB, esset angulus GBC, minor angulo ABC, ideóque non poterit radius KB esse radius reflexionis, alioquin esset angulus KBF aequalis, tam angulo ABC, quàm angulo GBC, majori & minori; quod implicat. Non etiam punctum reflexionis, quo puncti G radius reflectetur ad oculum K, erit ultra B ut in F. Ostendimus enim (*propos. 6. hujus*) si ducantur radij AF, FK, angulum AFB, minorem esse angulo FKG, sed si

intelligatur duci linea GF, multò magis esset angulus GFB, minor angulo KFH; ergo punctum G, non reflectetur à puncto F ad oculum K. Igitur punctum reflexionis erit inter B & L, ut in O. Quare ductis lineis KBE, KOI punctum I (*per* 13.) erit imago objecti G. Ergo magis distabit à centro quam imago E. Quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

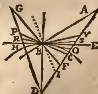
Ex hac propositione sequitur imagines ad speculum convexum perpendiculares eversas apparere.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Locus imaginis aliquando intrà speculum, aliquando in superficie speculi, & aliquando extra speculum apparet.

Sit linea quæcumque AD, quæ per D, centrum speculi sphærici transeat, sumaturque extra illam



punctum quodcumque B, sitque maximus circulus BC in superficie speculi, ducaturque BE, tangens illum circulum in puncto B. Sitque angulus BDG, angulo BDA æqualis. Sumatur quodcumque punctum F, quod sit vicinius puncto E, quam centro D, ducaturque FBG, sitque angulo GBH angulus ABE æqualis, dico radium BA, concurrere cum linea DA producta, & punctum A videndum reflexè in puncto E.

Demonstratio. Cum DF ad FE majorem habeat rationem quam BH ad BE, (*per* 4. 6.) BF, non erit parallela, divisa enim BE, bifariam in I, BI & GD parallelæ essent; ergo FB concurret cum linea BH producta. Quia autem anguli GBD, ABD sunt æquales, item BDG, BDA, & BDG, GBD, suot duobus rectis minores cum lineæ, GB, GD concurrent etiam lineæ BA, DA & (*per* 13.) locus imaginis puncti A erit in puncto F intrà speculum, oculo in G posito. Secundò ex puncto C ducatur linea CBP, & angulo PBH, fiat æqualis EBV, oculo posito in P; imago puncti V erit in C, in ipsa superficie speculi. Denique oculo posito in R, imago objecti erit in O, sed ut verum fatear, dum objectum ita obliquè per reflexionem, spectatur vix quidquam certi statuere possumus, ideoque vix unquam potui illud spectare extra speculum; sed tantum intrà, aut in ipsa speculi superficie.

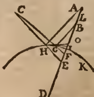
PROPOSITIO XIX.

Theorema.

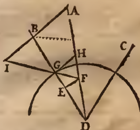
In speculis convexis, imagines objectorum ipsis objectis minores apparent.

In speculo convexo HGK, sit primò linea AD, quæ per centrum D speculi transeat, sumaturque in ea, linea AB, quæ ita in speculo appareat ut E, sit locus imaginis puncti A, & F, puncti B, debet enim (*per* 16.) esse eversa ejus imago. Eritque EF totalis imago, quam probare volo esse minorem linea AB. Sint puncta reflexionum H & G, ducantorque tangentes HO, GI.

Demonstratio. Ita est (*per* 12.) AD ad DE; ut AO ad OE, item ita est AD ad DF, ut AI ad IF,



sed major est ratio AD ad DE minorem; quam ad DF. Igitur major est ratio AO ad OE quam BI ad IF, sed adhuc major est ratio AI ad IE; quam AO ad OE. Igitur major est ratio AI ad IE, quam BI ad IF, & alternando major erit ratio AI ad BI; quam IE ad IF. Abscindatur ex AI linea IL, ita ut eadem sit ratio LI ad BI, quæ IE ad IF; erit dividendo eadem ratio BI ad BL, quæ IF ad FE, sed BI, major est quam IF, (*per corol.* 15. *hujus*) ergo & BL, quam EF major erit; ergo multò magis BA major erit, quam EF. Quod erat demonstrandum.



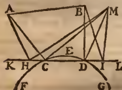
SI verò linea AB producta, non transeat per centrum D, ducantur catheti incidentiæ AD, BD. Sitque imago puncti A punctum F, & puncti B punctum E, eritque EF imago totius AB, quæ vel erit parallela ipsi AB, vel non; erit autem parallela, si catheti AD, BD æqualiter ab oculo C removeantur, hoc est cum anguli ADC, BDC æquales erunt, & tunc puncta A & B erunt in diversis superficiebus reflexivis. In quo casu clarum est imaginem EF, esse minorem linea AB. Cum enim AB, EF sint parallelæ, erit (*per* 4. 6.) ut DE ad

DB

DB, ita EP ad AB; sed ED minor est linea AB, igitur EF, eadem AB minor erit.

Quod si imago non sit parallela lineæ AB; sit hæc imago FG, quæ producta concurrat cum linea AB, in puncto I, & per G ducatur GH, ipsi AB parallela, tunc vel angulus GFH erit major, quàm GHF, vel æqualis, vel minor. Si sit major, ut si esset obtusus, linea GH major esset quam linea GF, (*per* 19. 1.) sed (*per* 4.6.) ita est GD ad DB; ut GH ad BA; quare GH, minor est quam AB, & consequenter GF minor esset quam AB. Idem probabitur si anguli GFH, GHF sint æquales; lineæ etiam GH, GF æquales erunt, & cum GH probetur minor, quàm AB; GF, in tali casu minor erit. Solus restat casus in quo linea GF, ita obliqua esset ut angulus CFH multò minor esset quam GHF, & hoc non potest accidere, nisi GF sit valdè obliqua, & ab oculo C ita obliquè spectetur, ut quantum in longitudinem excresat, tantum decrescat propter obliquitatem quâ spectatur. Ita ut vix quidquam certi de ejus magnitudine statui possit.

Potest item hæc propositio universaliùs probari hoc modo. Sit magnitudo AB, quæ reflexè videatur ab oculo M, per reflexionem factam in speculo convexo FCDG, ita ut radij AC, CM, & radij BD, DM, reflectantur ad oculum M, & radius CMD, sit ille sub quo videtur magnitudo AB. Dico si eadem magnitudo directè spectaretur, major appareret. Nam si videretur ex puncto M, per reflexionem factam à speculo plano, per puncta C, & D transeunte; apparens ejus magnitudo æqualis esset veræ, (*per* 16. *præcedentis libri*) sed spectata per reflexionem factam in speculo convexo, apparebit minor; quod ita ostendo. Cum anguli ACF, MCE sint æquales, & angulo ACF angulus ACK sit minor; angulo autem ACE angulus ACD sit major; anguli ACK, MCD inæquales erunt, ideóque punctum reflexionis in speculo plano, in quo objectum A reflectetur ad oculum M, non erit punctum C. Sed neque erit inter CD, quia semper angulus incidentiæ fieret minor angulo ACK, & angulus reflexionis semper major angulo MCD; cum tamen anguli ACK, MCD, jam sint inæquales eò quòd angulus ACK, minor sit angulo MCD; ergo ut reflexio fiat ad angulos æquales, fieri debet in alio puncto extra C. Sit igitur illud punctum H, eodem modo ostendam reflexionem objecti B, in speculo plano fieri ultra punctum D, nempe in I; ergo magnitudo AB, reflexè visa, reflexione in speculo plano factâ, videbitur sub angulo HMI; reflexè autem visa in speculum convexum, videbitur per angulum CMD; sed angulus CMD, minor est angulo HMI; ergo magnitudo AB videbitur sub minori angulo, in speculo convexo, quàm in plano; in plano (*per* 16 *præcedentis*) videbitur æqualis realitati; ergo sub minori angulo videbitur in speculo convexo. Videbitur item in minori distantia à speculo, quam in reflexione facta in speculo plano (*per* 15. *hujus*) ergo imago rei in convexis videbitur, & sub minori angulo & propinquior; quod autem ita videtur non potest non apparere minus; igitur imagines objectorum in speculis convexis minores apparent magnitudinibus realibus.

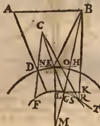


PROPOSITIO XX.

Theorema.

In minori speculo convexo, imagines apparent minores, quàm in majori.

Sit quantitas objectiva AB, oculus C, specula convexa DE majus, seu majoris sphæræ, segmentum FG minus. Sint autem concentricè posita, ita ut sit eorum centrum commune M. Dico quantitatem AB, in minori speculo minorem apparere, seu sub minori angulo. Sint enim radij incidentiæ in speculo majori, radij AD, BE, & reflexionis DC, EC. Sitque tangens HE, producantur radii reflexionis CD, CE, donec secent minus speculum in punctis F & G. Ostendere volo puncta reflexionis in minori speculo, debere necessariò esse inter F & G, & consequenter angulum comprehensum in angulo C sub radiis reflexionis, minorem esse angulo DCE. Ducatur enim linea LK, parallela lineæ tangenti NH; ducanturque lineæ ME, MG, & GB.



Demonstratio. (*Per* 1. *Supp.*) sunt anguli NEC, BEH æquales, cum autem lineæ NH, LG, sint factæ parallelæ (*per* 28. 1.) anguli NEC, LGE æquales erunt. Angulus item BGK angulo BOH æqualis est; BOH (*per* 16.1.) angulo BEH major est: igitur angulus BGK angulo LGE major est. Si autem in puncto G duceretur tangens circulum, fieret adhuc angulus incidentiæ major angulo BGK, & angulus incidentiæ minor angulo CGL: ergo in puncto G non potest objectum B, reflecti ad oculum C. Eodem modo ostendam non posse reflecti in puncto F. Sed neque potest fieri hæc reflexio ultra punctum G, v.g. in puncto R. Ostendam enim angulum incidentiæ BRT, fieri adhuc majorem, & angulum reflexionis CRS fieri minorem. Nam angulus CGL major est (*per* 16.1.) angulo CIS, & CIS major angulo CRS, pariter angulus BRT major est (*per eandem*) angulo CRS, & illi ad verticem opposito, qui major est angulo BGK; ergo multò magis angulus incidentiæ BRT major erit angulo reflexionis CRS. Igitur reflexio non potest fieri in aliquo puncto nisi

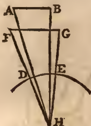
inter F & G, quare angulus sub quo videbitur objectum AB, per reflexionem ad minus speculum factam, minor erit angulo FCG, sub quo videtur in speculo majori; igitur minor apparebit illius imago in minori speculo; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Oculo immoto, si objectum ad speculum accedat; major illius apparebit imago.

Sit objectum A B, ab immoto oculo spectatum, sitque speculum D E, accedat objectum in

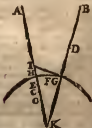


FG, dico ab oculo objecti FG videndum esse majorem imaginem quam objecti AB. Et primò quidem clarum est angulum DHE, majorem esse angulo A H B. Deinde cum punctum F sit vicinius speculo, erit etiam ejus imago vicinior speculo quam imago puncti A. Idem ostendam de imagine puncti G. Cum ergo imago objecti G terminetur cathetis comprehendentibus angulum majorem & in majori à centro distantia, ea etiam major erit, consequenter major apparebit cum sit vicinior oculo.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Oculo ad speculum convexum accedente imagines minus distant à superficie speculi; & majores apparent.



Sit objectum A, quod videatur ab oculo B, sitque illius imago in puncto C, accedat oculus ad speculum, ita ut sit in puncto D, dico imaginem objecti A, fore viciniorem speculo, ut verbi gratia in puncto E. Sit enim punctum reflexionis F, in quo reflectitur objecti A ad oculum B, tunc punctum reflexionis respectu oculi D, non erit inter F & H. Si enim esset inter F & H, angulus incidentiæ fieret major quam in F, & consequenter angulus reflexionis, ideóque recederet à puncto B versùs A, ut ostendi facilè possit nisi clarum esset. Sit igitur G, punctum reflexionis remittens radium objecti A ad oculum D; sintque tangentes FH, GI.

Demonstr. Ostendo imaginem puncti A, respectu oculi D, non posse esse neque in C, neque infra C, ut in puncto O, ideóque sequetur illam esse in puncto E supra C; nam (*per 12. hujus*) ita est AK ad KC, ut AH ad HC, & rursus ita etiam esset AK ad K C; ut A I ad I C, Igitur ita esset AI ad IC, sicut AH ad HC; & quia AI, prima minor est tertiâ AH; secunda etiam IC, minor esset quartâ HC, totum parte, quod implicat. Ostendo item locum imaginis respectu oculi D, non esse in O. Sit enim si fieri potest, igitur ita est AK ad KC sicut AH ad HC; & ita AK ad KO; sicue AI ad IO, sed major est ratio AK ad KO; quàm AK ad KC; igitur major esset ratio AI ad IO; quàm AH ad HC; ergo multò major esset ratio AI ad HC minorem, quàm AH ad eandem HC, minoris ad eandem, quod implicat.

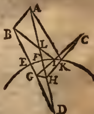
Ex quo sequitur imagines objectorum oculo viciniori speculo, apparituras majores. Cùm enim tàm oculus, quam imago fiant viciniores superficiei speculi, fiunt etiam viciniores inter se; deinde catheti incidentiæ diversarum partium objecti, quò magis removentur à centro speculi, eò etiam magis recedunt, & consequenter imagines fiunt majores; sed majores imagines, & oculo viciniores, majores etiam apparere debent; ergo oculo ad speculum convexum accedente, imagines objectorum majores apparent, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

In speculis convexis dextra apparent sinistra.

Sit objectum AB, oculus C, speculum convexum EFK, imago objecti AB sit GH; dico si spectator



in puncto C, se convertat ad objectum AB, habeatque ad dexteram partem A, ad sinistram partem B, si se convertat ad imaginem, quod imago puncti dextri A, erit ipsi ad sinistram. Ductis enim cathetis,

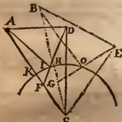
cathetis, ostendam facilè quod posito I, puncto reflexionis partis B, ad oculum C, non poterit ullum punctum lineæ LA reflecti ad oculum C, ita ut punctum reflexionis, sit inter I & F; fieret enim angulus incidentiæ major quam B I F; & consequenter angulus reflexionis recederet ab oculo C versùs A. Erit igitur punctum reflexionis quo pars A reflectitur ad oculum C, ultra punctum I ut in K; quare spectator in C positus, videbit punctum A per radium sinistrum, respectu radii CI. Igitur imago puncti A dextri videbitur per radium sinistrum, seu ad sinistram; quare in convexis dextra apparent sinistra, in eodem nempè sensu in quo in speculis planis idem accidebat, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Objecta æqualiter à centro speculi, & ab oculo distantia, habent imagines, æqualiter à centro speculi distantes.

Sint objecta A,& B, æqualiter à centro speculi C distantia, ita ut lineæ AC, BC sint æquales, æqualiter item ab oculis D & E distent. Hoc est anguli ACD, BCE sint æquales; item sint lineæ CD, CE æquales: sintque imagines F & G; dico lineas CF, CG æquales esse.



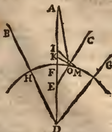
Demonstr. Primò arcus KI, HO sunt æquales. Si enim intelligatur B, transferri in A, ut lineæ BC & AC coincidant, in tali casu CE, CD etiam congruent, & punctum E cum D, & consequenter puncta reflexionis O & I congruent; vel non observabitur æqualitas angulorum; ergo etiam F & C, ergo CF, CG sunt æquales.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Objectorum æqualiter à speculo convexo distantium, imago viciniori oculo, vicinior est centro speculi.

Sint duo objecta A & B æqualiter quidem à speculo & centro ejus distantia, inæqualiter tamen ab oculo C, ita ut objectum A sit vicinius oculo, dico imaginem objecti A viciniorem esse centro speculi D, quam imaginem objecti B. Ponatur enim oculus G, tantum distans à speculo, & ab objecto A, quantum oculus C distat ab objecto B, sitque O punctum reflexionis, quo reflectitur objectum A ad oculum C, primò ostendam sicut priùs punctum reflexionis quo reflecti debet ob-



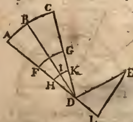
jectum A, ad oculum G, non posse esse inter F & O, quia angulus incidentiæ fieret major, & consequenter radius reflexionis recederet magis ab oculo C versus A; erit igitur ultra punctum O, verbi gratia in puncto M, ductisque tangentibus OK, MI, ostendam sicut in 22. imaginem objecti A, respectu oculi G, remotiorem esse à centro, quam respectu oculi C. Sed ita est remota imago objecti B, respectu oculi C, ac imago objecti A, respectu oculi C, (*per præcedentem*) cum eandem habeant habitudinem, hoc est objecta A & C, æqualiter distent à centro, & pariter oculi C & G; item eadem sit distantia oculi G à puncto A, quæ oculi C à puncto B; igitur magis erit remota à centro imago objecti B, quam objecti A, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Circulus speculo concentricus ita spectatus, ut linea ducta ab oculo ad centrum speculi sit ad illius planum recta, apparet ut circulus etiam concentricus.

Sit objectum circulus ABC speculo concentricus; sit igitur commune centrum D, sitque oculus E, ita ut linea ED sit ad planum circuli ABC recta, dico imaginem circuli ABC esse circularem, & eidem speculo concentricam.



Demonstratio. Sumantur quæcumque puncta A,B,C, in superficie circuli, ducanturque lineæ AD BD,CD; sintque imagines punctorum ABC; H,I, K, erunt (*per 23. hujus*) lineæ HD,ID,KD æquales; & hoc ostendam de quibuslibet aliis punctis circuli ABC, igitur imago illius, & circularis est, & speculo concentrica, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Linea per centrum circuli transeuntis imago est linea recta.

Vide figuram præcedentem.

Sit linea AF, quæ producta transeat per centrum speculi D; dico ejus imaginem esse lineam.

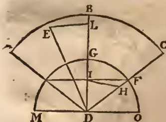
Demonstratio. Cum imago cujuslibet puncti lineæ AF, sit in catheto incidentiæ, erit in lineâ FD; igitur tota imago erit linea; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Circulus speculo concentricus ita spectatus, ut linea ab oculo ad ejus centrum ducta, obliquè incidat in ejus planum; circularem habet imaginem, sed excentricam.

Sit in eadem figura circulus ABC speculo concentricus; spectatus ab oculo E; ita tamen, ut angulus EDB sit obliquus. Ponatur autem esse obtusus & consequenter perpendicularis ducta ab oculo E, ad planum circuli ABC, cadat in lineam BD, productam in L, dico imaginem ABC esse curvam ita ut concavitas ejus respiciat centrum. Cum enim ut (*Suppositione prima hujus libri*) ostendimus, angulus EDB sit maximus, erit imago puncti B, remotior à centro D, quam puncti A, & C (*per 24. hujus*) Si autem supponantur puncta A & C, æqualiter à puncto B distare, quia anguli EDA, EDC, æquales sunt; erunt etiam imagines H & K, æqualiter à centro remotæ, minus tamen quam imago objecti A, unde adhuc convexitas sequetur eundem ferè situm, quem habet objectum; sed convexior erit.



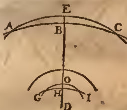
Denique iisdem positis sit oculus in E, ita ut angulus BDE sit acutus, & perpendicularis ab oculo E in planum circuli objectivi ABC. Cadat in L, erit tunc angulus EDL minimus, &(*per 24. hujus*) erit imago puncti B, quæ sit I vicinior centro, quàm imago puncti A aut C; neque tamen imago totalis erit linea recta. Sint enim arcus AB, BC quilibet sexaginta graduum, ducaturque linea MO perpendicularis ad BD, cum linea EL sit perpendicularis ad planum circuli ABC, omnia plana per ipsam ducta erunt ad idem planum ABC, recta (*per 18.11.*) quare planum ELD, ad planum ABC rectum est; ducta autem est linea DO, perpendicularis ad communem sectionem DB; idcòque (*per 4. def. 11.*) angulus EDO rectus est, sed angulus EDC minor est, ut probavimus (*suppositione prima hujus*) quare anguli EDC, EDA minores sunt rectis, & imago I magis distat à centro quam à peripheria circuli (*per 14. hujus*) Quare si per I duceretur perpendicularis IF, arcus FG minor esset gradibus sexaginta, ut ex sinubus patet, & saltem clarum est arcum FG, minorem esse quadrante. Ponamus lineam IF eadere in lineam DC, ostendo imaginem puncti C, cadere intrà circulum; atque adeo non esse punctum F, ex quo sequetur imaginem circuli ABC esse adhuc curvam. Cum enim angulus EBC, sit ostensus, minor recto; adhuc imago puncti C cadet intra speculum; tunc enim tantum cadit in superficiem, cum angulus cathetorum est obtusissimus; ergo cadet in H. Idem ostendam de imagine puncti A; quare adhuc imago erit convexa non tamen concentrica speculo, sed minus convexa, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Circulus in cujus plano centrum speculi, & minus convexus, quàm circulus concentricus, habet imaginem convexam.

Sit circulus ABC, in cujus plano centrum speculi D, qui sit minus convexus quam circulus



AEC concentricus speculo: dico ejus imaginem fore convexam. Sit enim imago circuli AEC, curva linea GHI, (*per 25. & 27. hujus*) ita ut imago puncti E, sit H. Quia punctum B, vicinius est speculo (*per 16 hujus*) illius imago erit remotior à centro, quam imago puncti E. Sit ergo illius imago punctum O, erit igitur imago totalis GOI, magis convexa, quam esset imago circuli concentrici.

Si verò daretur circulus magis convexus, quam concentricus, tanta posset esse ejus convexitas, ut ejus imago esset linea recta aut etiam concava.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Omnis linea speculum non secantis imago est convexa.

Sit linea AB, quæ producta speculum non secet,

cet, dico illius imaginem esse convexam, ducatur enim ex centro speculi perpendicularis DC, su-

mantur que lineæ CA, CB æquales, ducanturque lineæ AD, DB, quæ (*per 4. 1.*) æquales erunt, sit communis sectio speculi, & plani ADB, circulus EF, tum ex D, ut centro, intervallo DB, describatur circulus concentricus AGB cujus imago (*per 25. & 27.*) fit linea convexa HIK, & punctum I sit imago puncti G. Quia autem punctum C, vicinius est speculo, quam punctum G, illius imago erit remotior à centro, sit ergo illius imago punctum O, erit igitur imago rectæ AB, linea convexa HOK.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Omnis circulus cujus convexitas speculum respicit, imaginem habet convexam.

Vide figuram præcedentem.

Sit in eadem figura circulus ALB, cujus convexitas, speculum EF respiciat; dico illius imaginem esse convexam; ducatur enim linea AB, cujus imago (*per præcedentem*) convexa erit; sed punctum L circuli vicinius est speculo, quam punctum C lineæ rectæ: ergo (*per 16.*) illius imago remotior erit à centro, ergo adhuc totalis imago magis convexa erit; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Hoc non tantum demonstratur de circulo, sed de quacumque alia figura convexa.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Imago circuli, in cujus plano centrum speculi convexi non existit, curvilinea est.

Vide figuram præcedentem.

Sit circulus AGB, in cujus plano non existat centrum speculi D, dico illius imaginem esse curvilineam. Sint enim imagines punctorum, A, B, C, puncta HOK.

Demonstr. Cum lineæ AD, BD, GD, sint in diversis planis, impossibile erit ut linea recta conjungat tria puncta in iis sumpta, ergo HOK, non erit linea recta, sed curva.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Linea speculum secans, aliquando ut punctum, aliquando ut recta linea, vel ut tantisper à recta deflectens apparet.

Sit primò linea AF, oculus B, ita ut anguli AFG, BFH sint æquales; dico lineam AF apparituram

rituram ut punctum. Cum enim omnia & singula lineæ AF puncta, radient secundum eundem radium FB, impossibile erit ut videatur nisi unicum ejus punctum, si verò esset quæstio de linea AD per centrum transeunte, hæc (*per 26.*) tanquam linea recta appareret, si verò sit inter utramque, non multum deflectet à recta.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Idem objectum per multiplicem reflexionem in speculis convexis factam videri potest.

Sit objectum A, oculus C, dico posse punctum A videri per quotcumque reflexiones factas in speculis convexis, ut si in puncto B, ita disponatur speculum convexum, ut anguli ABD, EBF sint æquales & id pariter fiat in punctis F & G donec

ultimus radius perveniat in oculum C, & poterit per hujusmodi reflexionẽ videri objectũ A. Quare ea, quæ diximus de pluribus reflexionibus factis in speculis planis, etiam proportione servatâ applicari possunt speculis convexis, in quibus licèt imagines tantisper deformentur, nec servent omninò figuras objectorum; aptissima tamen sunt ea specula, ad exhibenda

exhibenda objecta, ut deinde facilius depingantur. In quo unum satis mirari non possum, quòd licèt objectorum imagines appareant semper, citra mediam partem diametri, ut ostendimus, quoties tamen de distaotia objectorum judicare non possumus vi duplicis visionis, videntur objecta visa per reflexionem factam in speculo convexo, magis distare ab oculo quam si directè spectarentur. Puto autem verissimam hujus rei rationem esse. Primò quod objectorum imagines minores appareant, ex quo fit ot quoties judicium distantiæ nititur magnitudini appareoti, loogiùs distare credamus, quæ minora apparent. Et certè nunquam mihi persuadere potuissem planitiei integræ quam spectabam in speculo convexo, imaginem non excurrere ultra mediam partem semidiametri: quod inde oriri deprehendi, quod non amplius judicium distantiæ, oiteretur radiorum reflexorum inclinationi; sed imagioum magnitudini. Atque hoc modo intelligeodæ sunt propositiones soperiores. Hanc meam animadversionem confirmant multa. primùm quòd si de nocte respiciatur reflexè aliquod lumen etiam valdè dissitum, qoia oulla potest haberi ratio, oec interjectorum corporom, oec umbrarum, & aliorum quæ plorimum possent juvare ad deceptionem; ideo videtur lumen illod non ultra dimidiam partem diametri, ut sæpè expertus sum. Aliud ergo quod distantiam majorem invehit in imagines, quam de facto debereot habere, si sola haberetur ratio inclinationis radiorum reflexorum, & quam solam hic cousiderare potuimus, est differentia colorum, & luminum in imaginibus, quæ objectorum colores & umbras perfectissimè imitantur. Si enim tabella benè elaborata, in qua omnes picturæ, & perspectivæ leges observatæ sunt, ita decipit, ut non ampliùs objecta io ipso tabellæ plano repræsentet sed maximam ipsis affingat distantiam; licèt si consuleremus radios à singulis illius picturæ partibus, emissos, benè asserere possemus, ea objecta videnda esse in ipso tabellæ plano. Ita & io oostro casu dicendum est, quod meliùs succedit, dum objectorum imagines in cubiculo clausu, per foramen lente convexâ exquisitâ instructum spectantur; tunc enim & objectorum distantiæ, concavitates cæteræque affectiones ita perfectè exhibentur, ut licèt singula objecta qooad radiorum inclinationem ita in oculos radient, ac si re vera in charta, existerent; propter perfectam tamen colorum & umbrarum expressionem, ea cùm sua profunditate & distantia apparent.

Secundum quod adhuc hanc meam explicationem confirmat, est experientia, quod si objectum aliquod etiam dissitum non adeò magnum intueamur solum per reflexiooem factam à speculo convexo, verè videbitur io catheto incidentiæ secundum regulas supra traditas. Si verò illud respiciamos simul cum aliis, præcipuè verò cùm magnitudinibus horizontalibus, ita ut per interjecta corpora ejus distantiam metiamur, non amplius in catheto incidentiæ, sed maximè distare videbitur. Io superius autem assignatis propositionibus, spectavimus eum tantum objecti locum quem, habere debet propter radiorum reflexorum inclinationem, non aotem eum quem propter deceptionem, ut ita dicam aliquam, & colorum objecti imitationem sibi vendicat.

DE SPECVLIS CONVEXIS, CYLINDRICIS ET CONICIS.

SEquitur ut aliquid dicamus de speculis convexis, mixtis ex convexo, & plano; neque singulas eorum species præcipuè irregulares persequi libet, essent enim infinitæ, sed regulares tantum. Invento autem tantum cylindrica & conica, quæ certam in sua compositione normam & regulam observent; cætera verò si quæ sunt, aut ab his non multum aberrant, aut regularum nostrarum non sunt capacia, ideoque hæc explanare sufficiat.

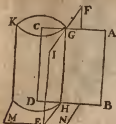
SUPPOSITIO I.

Huc revocanda est ea communis suppositio, quam planis & convexis speculis præmisimus, aut saltem huic materiæ adaptanda. Hæc autem ita habebat. Superficiem reflexionis esse ad superficiem speculi, rectam. Quia autem satis est difficile intelligere, quid significare velimus per superficiem planam, quæ ad superficiem speculi sit recta. Ideo ista ulteriori aliqua indigent explicatione. Primò quidem sciendum est, nos vocare superficiem reflexionis, eam, in qua est radius oterque tàm incidens, quàm reflexus. Cum hi radii in puncto reflexionis concurrant; superficies reflexiva, hæc tria sibi vendicabit puncta, nempe objectum, oculum, & punctum reflexionis. Eam autem superficiem reflexionis, ad speculum esse rectam, oihil est aliud quam esse rectam ad planum tangens speculum in punctu reflexionis. Ex quo fit ot ad illud planom tangens, ducta perpendicularis linea, ita se habear, ut omnia plana per ipsam ducta, censeantur recta ad planum speculi. Ex quu etiam sequitur quod hæc lioea perpendicularis, ad planum tangeus, in puncto reflexionis, sit in eodem plano io qoo radii incidentiæ, & reflexioois. Addo ulteriùs quòd planum contingens superficiem coni, aut cylindri, communem cum illo sectionem facit lineam rectam. Non possum hic conica Apollonii revocare, neque item ea supponere, sufficiat simplicem coni, aut cylindri generationem intoeri: ot ea quæ sunt instituti nostri sufficienter intelligantur. Loquimur autem hìc præcipuè de cylindris, & conis rectis. Revocanda igitur, tàm cylindrorum quam conorum definitio, quæ habetur libro ondecimo. Ex qua facilè intelligetor planum aliquod tangere cylindrum aut coonm secundum aliquam lineam. Hæc autem vocetur lioea longitudinis coni, aut cylindri.

Intelliges item facilè ex his, si objectom & oculus sint in eadem superficie plana quæ secet cylindrum aut cooum per axem; quòd communis sectio, superficiei reflexionis, & coni, aut cylindri, erit linea recta, ut si detur planom AD in quo sit axis CD, & in eo plano sit objectum A, & oculus B, clarum quod ea superficies erit superficies reflexionis. Intelligatur enim plaoum EF tangens cylindrum ex generatione ipsius cylindri GH, erit communis sectio tam cylindri, quam planorum AD, EF. Et hoc etiam verom est in speculis conicis.

Si

Si verò oculus ſit M & objectum N, ſintque ambo in eadem ſuperficie quæ ſit parallela baſi



cylindri; communis etiam ſectio illius erit circulus, ſi tandem alio modo ſe habeant communis ſectio in cylindro erit Ellypſis.

Suppono item in cylindricis ſpeculis aut conicis lineam perpendicularem in quocumque ſuperficiei puncto ductam, axem attingere, ut in puncto G ducatur perpendicularis ad ſuperficiem cylindri, dico illam productam attingere axem, & in cylindro qoidem res eſt clariſſima: intelligatur enim planum tangens in G eſſe EF, linea GA debet eſſe recta ad planum E F, ergo anguli I G C, C G F ſunt recti, igitur linea C G, (*per* 19.3.) tranſit per centrum circoli K C, ibi autem eſt axis, idem etiam facilè oſtendes in cono.

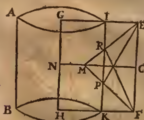
PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Unius objecti, ad eundem oculum, in cylindricis convexis, unicum eſt punctum reflexionis.

Sit ſpeculum cylindricum ABKI, objectum E, oculus F, dico ab uno ſolùm puncto ſpeculi cylindrici convexi, poſſe ad oculum F reflecti radium ab objecto E emiſſum. Ducitur enim EF quæ vel erit in eodem plano in quo axis, vel erit recta ad ſuperficiem quæ per axem ducitur, vel neutrum erit, ſed quomodocumque ſe habeat non poteſt reflexio fieri ab objecto E, ad oculum F in duobus punctis cylindri convexi.

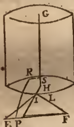
Sit primò linea EF in eodem plano in quo axis



GH, ſitque communis ſectio cylindri, & illius ſuperficiei linea I K, primò illa ſola ſuperficies poteſt eſſe ſuperficies reflexiva, ſit enim alia ſi fieri poteſt in qua punctum M ita ut EMF dicatur eſſe reflexiva ſuperficies; quia linea perpendicularis ducta per punctum reflexionis cadit in axem, ſit hæc NM, quæ producta cadit neceſſariò in lineam E F ut in C. Igitur iſtæ duæ ſuperficies reflexivæ habent communem ſectionem E F, ergo nihil aliud habent commune; attamen haberent punctum N, & oſtenderem in ſuperficie HGEF, ductâ lineâ N C duas lineas ſpatium claudere. Sed neque in linea K I aſſignari poſſunt duo puncta R, & P in quibus fiat reflexio; nam eſſent anguli ERF, KRF æquales; E R F autem (*per* 16.1.) major eſt quàm E P R, & conſequenter, quam K P F; igitur & K R F, eodem KPF major erit, internus externo; quod fieri non poteſt per eandem 16.

Secundò ſit linea E F in plano E I F ad quod axis rectus ſit, dico nullum aliud aſſignare poſſe punctum in quo fiat reflexio, niſi in illo plano. Aſſignetur enim punctum R, ducaturque recta SR quæ ſit perpendicularis ad planum tangens in puncto R, quæ cum axe HG facit angulum rectum P S H, & concurrit cum linea E F, ideoque poterit per illam duci planum aliquod ad quod GS ſit recta, & conſequenter quod ſit parallelum plano E P F: igitur SR producta non concurrit cum EF. Quare aſſignari non potuit punctum R in quo fieret reflexio; ſed neque aliud punctum L in eodem plano aſſignari poterit. Oſtendimus enim in convexis ſphæricis, quale eſſet circulus IL non poſſe fieri reflexionem ab eodem objecto ad eundem oculum in duobus punctis.

Denique quomodocumque diſponatur oculus, & objectum quamcumque ſectionem faciat cum cylindro, planum reflexionis, dato ſemel puncto



reflexionis, & æqualitate angulorum facilè oſtendi poteſt, ſi fiat reflexio in quocumque alio puncto, ad oculum, deſtrui hanc æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis.

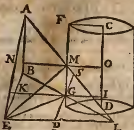
PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Linea objectiva axi parallela, habet omnia puncta reflexionis quibus ad eundem oculum reflectitur in eadem linea ſpeculi cylindrici, axi parallela.

Sit linea objectiva A B parallela axi cylindri CD; ſitque oculus E, dico puncta reflexionis ad quæ reflectentur omnia puncta lineæ A B, eſſe in eadem linea FG. Ioteſligatur enim planum tranſiens per oculum E, & æquidiſtans baſi cylindri,

illiusque communis sectio cum cylindro, sit circulus GH, quod planum productum secabit li-



neam AB, eam secet in puncto B. Punctum B reflectetur ad oculum E, ab aliquo puncto circuli GH. Sit illud punctum G, per quod ducatur linea IGK in eodem plano, eruntque anguli KGB, EGB, æquales, per ea quæ demonstrata sunt de speculis convexis, sphæricis. Producatur linea BG, donec lineæ BG, GL sint æquales, ducaturque linea LA ad quodcumque punctum A lineæ AB, hæc linea LA secabit lineam GF in puncto M, secabit autem quia AD, CM eidem CI sunt parallelæ ergo & inter se & in eodem plano ABG; in quo etiam linea AL. (*per primam* 11.) dico in puncto M reflecti punctum A. Ducatur enim linea EM, & linea OMN parallela lineæ GI.

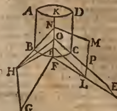
Demonstratio. Linea FG est recta ad planum BEL, cum sit parallela axi CI. Ideoque anguli EGM, LGM recti sunt; quare (*per* 4. 1.) erunt lineæ EM, ML æquales, per punctum G in plano EBG, ducatur GP tangens circulum GH. Anguli KGP, PGI recti, & ablatis æqualibus KGE, EGL, restabunt anguli EGP, PGL æquales. Æquales item sunt (*per* 5. *primi*) anguli GEL, GLE, cum lineæ GE, GL sint æquales; igitur anguli in puncto P sunt æquales. Quare parallelæ sunt KI, EL, parallelæ item sunt KI, NO (*ex constructione*;) igitur NO, EL sunt parallelæ; quare tam anguli interni, & externus NMA, ELM; quam alterni NME, MEL sunt æquales, sed anguli MEL, MLE sunt æquales (*per* 5. 1.) ergo anguli AMN, NME sunt æquales. Cum ergo punctum A sit in eadem superficie in qua oculus E, quæ est ad planum per punctum E tangens cylindrum recta, nam cum ad tale planum tangens linea OM sit recta, omnia etiam plana per ipsam ducta ad idem recta sunt; & anguli AMN, NME sunt æquales, punctum A in puncto M reflectetur ad oculum E. Idem ostendam de quibuslibet aliis punctis lineæ BA. ergo constat propositum.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Linea in plano basis cylindri ducta, & cum ea angulum æqualem comprehendens, illi quam recta à puncto perpendiculariter respondente ipsi oculo ad eam ducta cum eadem basi comprehendit, ita ad oculum reflectitur ut ejus puncta reflexionis sint in linea axi parallela.

Sit cylindri ABCD basis BC, sitque in plano ejusdem basis linea EF, quæ ita ducatur ut à puncto G respondente perpendiculariter oculo



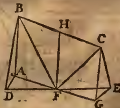
ducta linea GF; anguli CFE, HFB, sint æquales, ducaturque per punctum F linea FK. Dico in linea FK esse omnia puncta reflexionis in quibus lineæ FE reflectetur ad oculum H. Excitetur enim linea LM parallela axi.

Demonstratio. (*Per præcedentem*) non tantum punctum L, sed tota linea LM habet sua puncta reflexionis in linea FK; sit igitur L punctum reflexionis, quo L reflectitur ad oculum H. Sit recta LM æqualis lineæ HG. Poterit intelligi per H & M planum parallelum basi quod erit planum reflexionis ut patet. Sit FN æqualis lineæ LM, erit N punctum reflexionis & (*per* 16. 11.) erunt NM, FL parallelæ. sit quodcumque aliud punctum P, quod cum sit demissius quam oculus N, erit planum per P & H ductum ad cylindrum rectum, seu planum reflexionis obliquum ad planum GFE; ideoque ejus communis sectio in plano FM & conveniet cum linea FE. Conveniat in E, eritque punctum O punctum reflexionis, tam puncti P, quàm puncti E, sed puncti P (*per præcedentem*) punctum reflexionis est in linea FK: ergo etiam puncti E, & ita de reliquis punctis lineæ FE: ergo tota FE: habet puncta reflexionis in linea FK.

LEMMA.

Si planum ad aliud rectum sit, in quo ducta sit perpendicularis ad aliud, cum qua duæ aliæ lineæ, æquales angulos faciant; æquales etiam angulos comprehendet cum linea in subjecto plano per punctum concursus ducta.

Sit planum ABCD rectum ad planum DAGE ad quod sit recta HF, sintque anguli BFH, HFG



æquales, & in plano DAEG ducatur linea DE; dico angulos BFD, CFE æquales esse. Fiant FB, FC æquales, & ex punctis B & C ad AG communem planorum sectionem demittantur perpendiculares

diculares BA, CG, quæ (*per 4 def 11.*) erunt rectæ ad planum DAEG, fiant DP, FE æquales, ducanturque lineæ æquales DA, GE, BD, CE.

Demonstratio. In triangulis BAF, FCG, cum anguli ad A & G sint recti, & anguli BFA, CFG æquales, & latera BF, FC sint æqualia, erunt (*per 26. 1.*) omnia æqualia, nempe AF, FG, DF, FE; In triangulis item AFD, EFG, cum anguli ad verticem sint æquales, & latera AF, FG, DP, FE, erunt (*per 4 1.*) AD, GE æquales; item triangula BAD, CGE (*per 4. 1.*) habebunt bases BD, CE æquales. Denique triangula BFD, CFE (*per 8. 1.*) habebunt angulos BFD, CFE æquales; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Si cujuslibet linea ducta in plano basis cylindri, & comprehendentis cum ea angulum æqualem illi, quem linea pariter horizontalis oculo respondens cum eadem basi comprehendit, & radius incidens ducatur, radius reflexionis æqualem lineam post cylindrum; abscindet in posteriori, distantia illius puncti à cylindro.

Sit ut priùs linea AB in plano basis cylindri, sitque oculus C. Punctum D in plano basis cylindri respondeat oculo, ita ut anguli DBE, ABF sint æquales. Sitque primæ illius lineæ punctum reflexionis G. Dico si ducatur radius incidens AG, & radius reflexionis CG, qui producatur donec concurrat in H cum linea DB productâ, lineas AB, BH æquales esse. Per punctum G ducatur perpendicularis GK.

Demonstratio. Cùm planum reflexionis CGA sit rectum ad planum tangens in puncto G, sitque linea quæcumque BI in eo plano ducta, & anguli CGK, KGA sint æquales; erunt (*per superius lemma*) anguli IGC, EGA æquales; sed IGC, & BGH oppositi ad verticem sunt etiam æquales, igitur anguli BGA, BGH æquales erunt, & cum linea BI sit parallela axi MN & (*per 8. 11.*) ad planum ABD recta erunt anguli GBH, GBA recti. Quare triangula GBA, GBH, duos angulos utrumque utrique æquales habentia, & latus adjacens, nempe GB commune, (*per 26. 1.*) habebunt latera AB BH æqualia. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

De loco imaginis in speculis cylindricis convexis.

Vide figuram præcedentem.

Est satis difficilè constituere locum imaginis in hujusmodi speculis, quia est difficilè assignare cathetum incidentiæ, in genere tamen dicere possumus, cum specula cylindrica sub una consideratione sint plana, sub alia verò sint circularia, in aliquo imitari proprietates planorum, in alio verò non multum differre à sphæricis convexis.

Quare primò si superficies reflexionis habeat pro communi sectione cum speculo lineam axi parallelam, debebit objecti imago ut in speculis planis, tantum distare à superficie speculi, quantum ipsum objectum, seu tantum immergi intrà profunditatem speculi, quantùm objectum extat supra superficiem speculi.

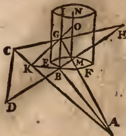
Si verò communis sectio superficiei reflexionis, & speculi sit circulus; locus imaginis erit citra mediam partem diametri, juxta ea quæ de speculis sphæricis demonstravimus. Ita Vitello & Alhazen, nullam aliam hujus conclusionis demonstrationem attexunt. Quæ quidem licèt in abstracto considerata videantur habere sufficientem firmitatem, si tamen considerentur in materia concreta, nullo modo subsistere possunt, neque enim dum respicimus reflexè objectum, unum tantum illius punctum spectamus, idcoque licet aliqua ejus pars ita sit disposita, ut inveniatur in eadem superficie cujus communis sectio cum speculo sit linea axi parallela, atque adeo secundum regulas speculorum debeat ejus imago tantum immergi intra profunditatem speculi, quantum objectum extat, illa tamen pars quia conjuncta est cum aliis vicinis, quæ sunt in alia superficie reflexiva, cujus communis sectio est circulus, aut Ellypsis; ideo sufficienter determinatur oculus ad videndum etiam prioris partis imaginem, in minori distantia, unde communiter in his speculis locus imaginis est citra mediam partem diametri. Cui rationi favet experientia. Ex quo sequitur extra cathetum incidentiæ sæpissime apparere imagines.

Quod adhuc manifestius erit si repetatur figura propositionis 37. in qua A est punctum horizontalis plani. Si duceretur cathetus incidentiæ; seu lineæ quæ esset perpendicularis ad superficiem cylindri, hæc deberet esse semper in plano horizontali; cum cylindrus supponatur insistere perpendiculariter plano horizontali. Quare hæc cathetus esset linea AM. Radius autem reflexionis CG, non concurrit cum linea AM, sunt enim in diversis omnino planis. Atque adeo nisi in hujusmodi planis intelligatur cathetus incidentiæ, paulò aliter ac in aliis speculis, vix quidquam certi constitui poterit.

Intelligenda igitur est cathetus incidentiæ, quæ ducetur in eodem reflexionis plano, qualis esset linea AO, neque video quid aliud certius in hac materia constitui possit, ideoque ulterius hæc persequenda non censeo; licèt enim attentissimè expenderim quæcumque ab Alhazeno & Vitellone super ea re demonstrata sunt, non

HHhh ij tamen

tamen ea inveni quæ fidem facerent inconcussam. Ideoque tantum invenio lineas rectas objectivas



parallelas axi, aut etiam in planis per axem ductis, existentes, habere imagines etiam rectas, alias verò apparere curvas. In genere autem dicere possumus lineas axi parallelas ita habere imagines non multùm minores; lineas verò objectivas, ad plana per axem ducta rectas, curvas habere imagines; & multò minores: ratio petitur ex proprietatibus traditis, tam speculorum planorum, quàm convexorum, hæc non persequor scrupulosiùs unico contentus problemate.

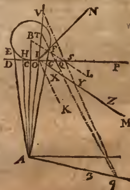
PROPOSITIO XL.

Problema.

Imaginem deformem delineare, quæ in speculo cylindrico convexo, conformis prototypo appareat.

Vide figuram præcedentem.

Hæc in genere dici possunt. Cum speculum cylindricum sit planum secundùm altitudinem, & convexum secundùm latitudinem: ideoque linearum verticalium non multum minuat imagines, horizontalium autem multum imminuat; ut fiat delineatio quæ sit optima, debent, aut ejus verticales lineæ imminui, aut certè ejus horizontales lineæ multùm dilatari, & augeri. Ut autem hoc practicè fiat. Sit primò deformanda imago in horizontali plano. Duo determinentur, locus cylindri, ejus diameter, locus oculi, neque enim fieri potest ut idem objectum, ex omni parte eodem modo in hujusmodi speculis appareat. Unum tamen moneo ut oculus, sit altior cylindro, alioquin multæ partes speculi erunt inutiles, nec à plano horizontali ad illud fiet reflexio, quæ ad oculum pertingat. Optima autem erit oculi à speculo distantia quæ unius, aut alterius pedis erit. Determinato utriusque loco, describatur circulus secundùm crassitiem cylindri, seu circulos qui sit basis cylindri. Notetur item punctum quod in plano horizontali, perpendiculariter respondeat oculo, sitque illud punctum A, & centrum basis cylindri sit B, ducatur linea AB secans circulum, qui basis est cylindri in puncto C, per quod ducatur tangens CD. Ducantur hinc inde lineæ AE, AF, aut tangentes aut saltem non multùm distantes à tangentibus, satius autem est ducere vicinas tangentibus, quia objecta quæ prope tangentes existunt ita obliquè incidunt, ut vix bene appareant in speculo. Hæ lineæ AE, AF, secent tangentem in punctis D, & G. dividatur linea DG, in quot volueris partes æquales, & per divisionum puncta ducantur lineæ AH, AI, quæ producantur ad circulum usque, ex centro B, ducantur lineæ BIK BEL, & ex alia parte totidem, fiantque anguli AIK, KIM, AEL, LEN æquales, lineæ AC, MI, EN, & aliæ similes (*per 36. hujus*) habebunt puncta reflexionis in lineis axi cylindri parallelis, immò apparebunt verticales; & cum in hujusmodi speculis, non multùm earum imago distet à superficie cylindri, apparebunt, ut lineæ verticales æqualiter ab invicem distantes. Restat ut dividantur lineæ GM, IN, & aliæ quæcumque in partes quæ in speculo appareant æquales, divisionibus lineæ DG, verbi gratiâ divisioni OG.



Sit ergo dividenda linea OM. Quia ejus apparentia est recta ad planum horizontale; erit (*per 3. def. 11.*) perpendicularis ad lineam AI. Ducatur linea LP, perpendicularis ad lineam IA, cui ducatur parallela Aq, æqualis distantiæ oculi à puncto A, itaque se habeat punctum q, respectu linearum IP, AI, sicut se habet respectu apparentiæ lineæ IM. Dividatur linea IP, in partes æquales divisionibus CO, OG, siutque illæ QS, & cæteræ tum ex puncto q, ducantur lineæ qQT, qSV, transferanturque divisiones IT, IV, in lineam IM. Sintque OX, XY, YZ; dico eas licèt multùm inæquales apparituras tamen in speculo æquales lineis IO, OG. Cum enim linea OP, sit perpendicularis ad AI, sicut linea cylindri parallela axi quæ duceretur per punctum I; & OP sit divisa in partes æquales divisionibus ipsius CG, ductis lineis ad hæc divisionum puncta ex puncto, q, eadem puncta T, & V, habebuntur in linea IV, quæ haberentur si eodem modo divisa fuisset linea cylindri parallela axi ducta per punctum I, & ductæ fuissent lineæ ab oculo per hæc divisionum puncta; sed (*per 37. hujus*) lineæ IT, IV, quæ haberentur sunt æquales lineæ IX, IY, & puncta X, & Y, sunt ea quæ reflectuntur in punctis divisionis lineæ suprad dicti cylindri: ergo puncta X, & Y reflectuntur ad puncta lineæ cylindri, quæ distant ab invicem distantiis CO, OG, quia verò imagines

non

non multùm distant à superficie cylindri; imagines linearum XY, YZ, erunt æquales distantiis linearum parallelarum axi, ductarum per puncta C, I, E, H, F.

Eodem modo divides lineas FN, AC, & cæteras, ductáque lineâ curva per similis divisionum puncta, habebis in plano horizontali deformata quadrilatera, si habeas prototypum divisum in quadrata, quorum latera sint æqualia lineis C O, OG; partésque prototypi depingas in correspondentibus quadrilateris deformatis; habebis imaginem deformatam, quæ in cylindro recta apparebit, quod faciendum erat.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Si oculus altior fiat loco destinato, crescent imagines in longitudinem, si depressior fiat, decrescent.

Vide figuram præcedentem.

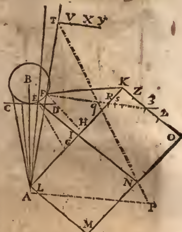
Hoc etiam non injucundum accidet, si aliquem motum objectorum imaginibus in speculo cylindrico, reflexè spectatis tribuamus, dico ergo quod si oculus deprimatur, seu ad planum horizontale magis accedat, deprimi etiam videbûtur imagines. Ponatur enim oculus positus in puncto q, & spectans punctum T, moveri versùs punctû A, & jam pervenisse ad punctum β, clarissimum est quod linea β T, secabit lineam OP, infra lineam q R, igitur linea IT, aut potius linea objectiva I X, illi respondens, minorem habebit imaginem, quàm antea, & majorem si oculus magis removeretur à puncto A.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

Imaginem deformatam in plano verticali delineare, quæ in speculo cylindrico convexo spectata, perfecta appareat.

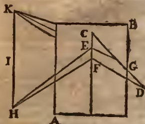
Praxis hujus problematis in multis convenit cum praxi proposit. 39. habet tamen aliqua diversa. Sit pariter punctum A, illud cui oculus perpendiculariter respondet, centrum basis cylindri B, ducatur pariter tangens C D, divisa in partes æquales, ductísque lineis per divisionum puncta AE, AF, ducantur ex centro B lineæ BEG, BFH, fiantque anguli AEG, GEI, item anguli A F H, H F K æquales, determinetur linea, cui insistere debet planum horizontale, sitque K L, ducantúrque KO, IN, LM, ita ut parallelogrammum KM, repræsentet planum verticale supra lineâ LK excitandum. Jámque in illo ductæ sunt lineæ K O, IN, LM. quarum imagines erunt supra lineas AB, AE, AF, immò non multùm distantes à punctis E & F; & cùm lineæ KO, IN, LM, sint parallelæ axi cylindri (*per 15. hujus*) habebunt puncta reflexionis in lineis speculi parallelis axi. Cùm ergo unam divisionem plani habeamus, nempè ductæ sint lineæ verticales, quarum apparentiæ verticales etiam sunt, & distant tantum ab invicem lineis æqualibus, divisionibus lineæ C D; restat ut alias lineas ducamus ut absolvamus quadrilatera deformata: dividamus ergo lineam K O, ut simili postea methodo reliquas dividamus, ad lineam AF,



ducatur primò perpendicularis A O, æqualis distantiæ oculi à puncto A, item per punctum F, ducatur alia perpendicularis Fq, abscindatur linea F T æqualis lineæ F K, ducatúrque linea P T, secans lineam F q in puncto q, sintque lineæ qR, RS, &c. æquales divisionibus lineæ C D, ex puncto q, ducantur per puncta R, S, &c. lineæ occultæ secantes lineam T y in punctis V, X, y, &c. denique transferantur divisiones lineæ T y in KO, ita ut sint Z, β, γ, benè divisa erit linea KO. Ratio est quia sicut divisiones lineæ F T, (*per 36. hujus*) æquales sunt divisionibus lineæ F K, ita etiam divisiones lineæ FT, pro verticali substitutæ, dabunt divisiones lineæ verticalis KO, ut facilè ostendere possemus, sed innuere sufficiat. Ita dividentur lineæ I N, IM, & si quæ essent aliæ in eodem plano, immò potest fieri imago deformata cujus una pars sit in plano horizontali, alia verò in plano verticali, aut etiam in pluribus planis verticalibus, vel in superficie cylindrica concava concentrica speculo, atque hæc sufficiant pro hujusmodi deformationibus.

LEMMA.

In speculo plano linea objectiva obliquè secans speculum, habet puncta reflexionis omnia in linea cum ipsa concurrente.



Sit speculum planum AB, sitque linea objectiva

va CD, in ſpeculi plani ſuperficiem obliquè incidens, dico puncta reflexionis eſſe in linea C E F, aut alia concurrente cum linea CD. Sit oculus H, ex quo ad planum ſpeculi AB, ducatur perpendicularis HI; ſintque HI, IK æquales. Ex punctis ſingulis lineæ D C ducantur radii ad punctum K, (*per* 8.1.*hujus*) erunt radii GEK, DFK radii incidentiæ. Sed omnes illi radii ſunt in eodem plano KCD, & ſpeculum attingunt in communi ſectione ſuperficiei ſpeculi, & plani KCD, quæ communis ſectio (*per* 3.11.) eſt linea, ergo puncta reflexionis omnium punctorum lineæ C D, ſunt in linea CF, concurrente cum CD, atque adeò radii CE, DF ſunt varii radii incidentiæ, comprehendentes cum plano ſpeculi angulum æqualem illi quem faciunt radii reflexi, ad oculum H; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Omnis linea concurrens, cum vertice coni & cum axe comprehendens angulum acutum, habet puncta reflexionis, in eâdem lineâ longitudinis.

Sit linea AB, concurrens cum vertice coni A, & cum axe AC, angulum acutum C A B comprehendens; dico ſi ABD videri poſſit, reflexè ab oculo E, quòd omnis puncta reflexionis erunt in eadem linea longitudinis coni.

Videatur enim punctum B lineæ AD ab oculo E, ita ut punctum reflexionis ſit punctum I, ducatur linea AIF; intelligatur planum tangens conum ſecundum lineam AIF, & quia punctum reflexionis reſpectu puncti B, eſt punctum I, & (*per lemma ſuperius*) reliqua puncta lineæ ABD, ſua puncta reflexionis habent in una recta linea, erunt omnia puncta in linea AIF, hoc eſt puncta in quibus radii incidentiæ comprehendent cum illo plano tangente angulos æquales, iis quos comprehendunt cum eodem plano, radii reflexionis ad oculum E ducti, ſunt in linea AIF, ſed anguli qui fiunt in ſuperficie curva, reducuntur ſemper ad angulos factos in plano tangente, ergo puncta reflexionis non ſolum reſpectu plani tangentis, ſed etiam reſpectu ſuperficiei conicæ, ſunt omnia in linea AIF, quæ eſt linea longitudinis. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLIV.

Problema.

Deformatam imaginem in plano horizontali deſcribere, quæ ab oculo in axe coni producto, exiſtente reflexè perfecta videatur.

Sit conus ABC cujus vertex A, & axis AD, oculus in E nempè in axe; ducatur per punctum A linea AF perpendicularis ad axem, quæ dividatur in partes æquales AG, GF. Ducantur lineæ EGH, EFK, fiantque anguli EHA, CHI; EKA, CKL æquales. Deinde dividatur tota circumferentia circuli qui baſis eſt coni in arcus æquales, & ex ejus centro D ducantur lineæ DM, DN, DO in quas transferantur diviſiones lineæ CI, & per diviſiones correſpondentes ducantur lineæ curvæ. Dico in plano baſis coni, facta eſſe quadrilatera deformata, quæ viſa reflexè ex puncto E, videbuntur longè minora & mutato ſitu: ita ut in prototypo debeant deſcribi circuli concentrici, qui per diametros in centro ſe interſecantes dividentur. Ratio eſt quia oculus in E poſitus eſt in communi ſectione omnium ſuperficierum ad conum rectarum, habentium pro communi ſectione lineas longitudinis coni, conus autem ſecundùm longitudinem imitatur ſpecula plana; ſi autem intelligeretur ſpeculum planum extenſum ſecundùm lineam AC, cum anguli AHE, CHI facti ſint æquales, item AKE, & CKL: punctum I videbitur in linea EH, & punctum L in linea EK, igitur mutatur ordo partium, & hoc accidit in omnibus aliis lineis longitudinum; igitur hoc modo diviſo prototypo, tranſlatiſque partibus, ſpectabitur recta imago ex puncto E.

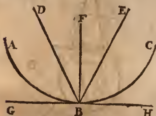
Poſſunt aliæ deformationes excogitari, quæ ſimili methodo perficientur. Ut ſi conus inſiſtat plano horizontali, & oculus ſit æquè altus ac vertex coni, vel ſi conus eidem plano horizontali inſiſtat per verticem. Alia multa ſimiliter perficies ut ſi in cylindro convexo imaginem in cono concavo depictam intuearis; & alia quæ ex præſuppoſitis principiis abſolventur.

CATOPTRICÆ LIBER TERTIVS.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Linea à centro speculi concavi spherici, ad punctum reflexionis ducta, angulum comprehensum à radiis incidentia, & reflexionis bifariàm dividit.



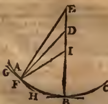
Sit speculum concavum sphæricum ABC, sitque radius incidens DB, reflexus BE. Ex centro speculi F, ducatur linea FB, dico angulum DBE divisum esse bifariàm. Per punctum B ducatur linea GH tangens circulum.

Demonstratio. Cum (*per 18.1.*) anguli FBG, FBH sint recti, & æquales; & (*per supp.a.3.hujus*) anguli DBG, EBH sint æquales, restabunt anguli FBD, FBE æquales; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In sphæricis concavis, solus cathetus incidentiæ per centrum transiens, in seipsum reflectitur.

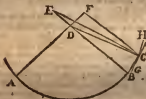


Sit speculum sphæricum ABC, cujus centrum D, sitque objectum aut lucidum E, à quo per centrum ducatur cathetus incidentiæ EDB, dico illum solum radium in seipsum reflectendum. Et primò quidem quod radius EB in seipsum reflectatur facilè ostendo. Ducto enim plano tangente in puncto B, (*per 1.Theodosij*) linea EDB erit ad illud recta; igitur in seipsam reflectetur, quod verò ille solus radius in seipsum reflectatur ita ostendo. Sit enim alius quicumque radius EF, ducatur linea DF, sitque GH tangens circulum in puncto F, (*per 18.3.*) erunt anguli DFG, DFH recti, ergo angulus incidentiæ EFG est minor recto, ergo debebit radius reflexionis ex alia parte angulum IFH acutum facere (*per supp.2.*)

PROPOSITIO III.

Theorema.

In speculis sphæricis concavis, punctum reflexionis est inter catheti incidentia, & reflexionis.



Sit speculum sphæricum concavum ABC, cujus centrum D sit objectum E, oculus F, sintque catheti, incidentiæ quidem EDB, reflexionis FDA; dico punctum reflexionis in quo radius emissus à puncto E reflectetur ad oculum F, positum esse inter puncta A & B. Sit enim si fieri potest extra puncta A & B, ut in puncto C, ita ut dicatur radius EC reflecti in F, ducatur linea DC, & per punctum C ducatur tangens GH.

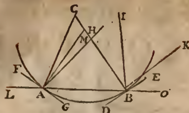
Demonstratio. (*per 18.3.*) anguli DCG, DCH recti sunt; ergo angulus incidentiæ ECG major est recto, & angulus reflexionis FCH minor recto, & consequenter inæquales, contra suppositionem secundam. Neque etiam potest esse in puncto B, quia sequeretur angulum incidentem rectum esse, & reflexum minorem recto, contra eandem suppositionem.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

In speculis concavis, radii reflexi minus disperguntur, quam in planis.

Sit speculum concavum AB, sintque duo radii



ab eodem lucido, aut objecto C incidentes in duas partes A & B speculi concavi, dico radios reflexos AH, BI illis correspondentes, magis inter se accedere, quàm si reflexio facta fuisset in speculo plano. Sint enim duæ tangentes FG, DE, & consequenter anguli CAF, HAG; sicut CBD, IBE fiot æquales, ducatur linea BA repræsentans speculum planum.

Demonstratur. Angulus LAC fit major angulo CAF, ergo in reflexione facta in puncto A speculi plani, debebit angulus reflexus cum linea AB majorem angulum comprehendere, quam AH comprehendat cum AG, igitur radius reflexus cadet inter AH & CA; sit igitur AM, pariter in puncto B angulus CBD major est angulo CBA, ergo angulus IBE major est angulo KBO: igitur debebit radius reflexus in puncto B speculi plani esse infra BI.

Ratio autem est quia ostendimus cum de planis speculis, quod quotiescumque inclinatur planum speculi, toties movetur radios, seu mutatur inclinatio speculi concavi. Concipi enim potest quasi constans innumeris speculis planis variè inclinatis: ergo debent radii magis ad se accedere, quàm si speculum unicâ constaret superficie planâ.

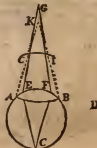
Quod intelligendum est antequam radii reflexi uniantur, nam post unionem rursus separantur ab invicem, & quò magis accesserant, eò magis recedunt & separantur.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Speculo concavo defectus Presbytum corrigitur.

Defectus Presbytum in eo consistit, quod crystallinum non satis convexum habeant, atque adeò unire non possit in retina, radios ab eodem objecti puncto venientes, si nimis vicinum fit illud objectum. Diximus enim radios ab objecto remotiore prodeuntes citius uniri, post crystallinum, quam radios ab objecto viciniore emissos. Debent ergo ostendere quòd adhibito speculo concavo, radii reflexi eodem modo oculum afficiant, ac si procederent ab objecto remotiore. Sit oculus ABC objectum D, quod videatur reflexè reflexione facta in speculo concavo per radios OE, IF; qui (*per præcedentem*) magis accedent inter se quam si loco speculi concavi adhibitum fuisset speculum planum; sint igitur radii reflexi OA, IB qui fuissent remissi à speculo plano, quia magis recedunt ad invicem, quam radii OE IB, citius uniuntur in puncto K, quàm radii OE, IF, qui tantum oriuntur in puncto G; ergo radii OE, IF, ex speculo concavo remissi ad oculum, ita illum afficiunt, ac si procederent ab objecto remotiore, quam si adhibitum fuisset speculum planum. Sed si adhibitum fuisset speculum planum (*per 17. huius*,) eodem modo propagarentur radii reflexi, ac si directè processissent, & objectum fuisset in loco imaginis, ergo poterit speculum concavum ita conveniens adhiberi, ut presbytæ oculos, sic afficiatur ab objecto reflexè viso, ac si illud objectum magis distaret ab oculo. Sed tunc presbyta distinctiùs videt, ergo objectum, quod alioquin à presbyta propter nimiam viciniam, non nisi confusè videri poterat, adhibito speculo concavo, ab eodem distinctè spectari poterit, quod erat demonstrandum.



COROLLARIUM I.

Colliges ex eo, specula concava idem præstare in ordine ad reflexionem, quod lentes convexæ, in ordine ad refractionem, ita ut quidquid de speculis concavis fumus demonstraturi, lentibus convexis proportione tamen servata aptari possint.

COROLLARIUM II.

Ex hoc etiam benè explicari potest quod de Nerone dicitur, nempè cum solitum esse spectacula in gemma spectare, si enim myops fuit, gemma convexa melius & distinctius videre potuit, objecta, quam si directè ea intuitus fuisset; si verò presbyta, gemmam adhibuit concavam, putarim tamen simpliciter gemmam illam convexam fuisse, quæ rerum imagines minueret, distinctas tamen exhiberet.

Jam ergo perspicilia habemus reflexiva, cum tamen

tamen communia refractione tantum perficerentur.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Speculum concavum, minoris sphæræ segmentum, magis reflexos unit radios, quàm speculum quod est majoris sphæræ segmentum.

Hæc propositio ita in genere probari potest, speculum concavum majoris sphæræ segmentum, magis accedit ad planam superficiem, quàm quod minoris sphæræ est portio, ergo etiam magis imitabitur, & participabit proprietates speculi plani; sed speculum planum ita remittit radios, ut minus uniantur, quam qui à speculo concavo reflectuntur: ergo concavum speculum majoris sphæræ segmentum, minùs radios uniet, quàm speculum quod ad minorem sphæram pertinet. Sint igitur duo specula ABCD majoris, EBCF minoris sphæræ segmenta, se intersecantia in punctis B & C, sintque radii incidentes GB, HC, radii reflexi à majori speculo sint B O, C O. Ex centro ejus K ducantur K B, K C, eruntque (*per 1. hujus*) anguli GBK, KBO sicut H C K, KCO æquales. Sit centrum minoris circuli punctum L, ducanturque lineæ LB, LC. Pariter debebunt esse anguli GBL, LBM æquales, sed GBL, major est quàm GBK; ergo L B M major etiam erit quam KBO, & multò magis KBM major erit quam KBO, ergo radius BM, reflexus à minori speculo infra radium BO, cadet remissum à majori. Ita ostendam radium C M, cadere infra radium CO; ergo citius unientur radii qui à speculo magis concavo, seu minoris sphæræ segmento, reflectentur; quàm qui à speculo minus concavo remittentur, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

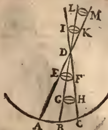
Quò speculum concavum erit minoris sphæræ segmentum, eò citius radii ab eo remissi post crystallinum unientur, cum enim radii magis ad invicem accedant, quam qui remitterentur à minus concavo, eò etiam facilius, & citiùs post crystallinum unientur.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Quò speculum concavum propiùs oculo admovebitur, eò tardius radii ad idem objectum pertinentes, post crystallinum unientur.

Sit speculum ABC, radii reflexi ad eandem objecti partem pertinentes sint AD, BD, CD, eosque intercipiat oculus, seu crystallinus primo in E F, deinde in GH, dico quod in minori distantia GH,



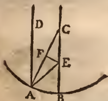
radii in crystallinum incidentes tardius unientur: Cum enim radii B G, C H magis sint paralleli, quam AE, CF, nam cum angulus ADC, sit major quam BDC, reliqui BEF, BFE minores erunt, hoc est magis deficient à duobus rectis, quàm radii DGH, DHG, atque adeò BG, CH, magis accedent ad parallelos, alii autem nempè A E, C F, erunt magis convergentes, ergo facilius post crystallinum unientur.

Hoc autem intelligendum est ante unionem radiorum, licèt post unionem idem accidat; nam in distantia I K, radii tardius post crystallinum unientur; quam in distantia LM, sunt enim magis paralleli radii DL, DM, quam DI, DK; & D I, DK, magis divergentes ab invicem, hoc est magis recedentes, sed hæc sine dioptrica consideratione perfectè nequeunt intelligi.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Radii incidentes, paralleli diametro speculi sphærici concavi, reflexi uniuntur cum eadem diametro, ante quartam ejus partem à superficie speculi.



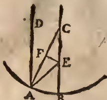
Sit speculum concavum A B cujus centrum C, sitque radius incidens DA, parallelus diametro CB, dico radium reflexum uniendum cum diametro CB in puncto E, ita ut BE sit minor quartâ parte diametri. Ducatur enim C A.

Demonstr. (*Per primam hujus*) anguli DAC, CAE sunt æquales; & (*per* 28.1.) cum lineæ DA, CB, sint parallelæ erunt anguli alterni DAC, ACE æquales; ergo anguli CAE, ACE sunt æquales, & (*per* 5.1.) lineæ CE, AE sunt æquales, sed (*per* 7 3.) AE, major est quam EB, ergo CE major erit quam EB, quare E B minor erit quam quarta pars diametri; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Determinare puncta concursûs radiorum reflexorum, cum diametro, secundùm variam inclinationem.



Supponatur primò arcus AB,esse unius gradus, quæritur quantitas lineæ B E, ut innotescat in sphæricis quam latitudinem habeat unio radiorum reflexorum.

Quia arcus AB,est unius gradus, angulus ACB erit etiam unius gradûs, item & angulus C A E, est ergo triangulum A C E Isosceles. Demittatur perpendicularis EF, eruntque AF, FC æquales,& FC erit quarta pars radii seu sinûs totius, nempè 500000 partium qualium AC aut BC, est 100000. posito autem FC sinu toto, C E, est secans anguli FCE unius gradus; fiat ergo

Ut sinus totus
Ad F C,
Ita secans anguli unius gradus
ad CE.

FC autem est dimidia pars sinûs totius, igitur & C E æqualis erit dimidiæ secanti unius gradus, erit 50007, qualium sinus totus est 100000, hoc est paulò superat dimidiam.

Pariter posito arcu A B quinque graduum, ostendam C E esse dimidiam tangentem anguli 10 graduum,& ita de reliquis Unde per canonem sinuum facilè habebimus puncta diametri in quibus colligentur radii reflexi.

distantia radii à diametro.	distantia puncti foci à superficie nempè linea BE.
Grad. 1	49993
gr. 5	49810
gr. 10	49229
gr. 15	48237
gr. 20	46792
gr. 30	42265
gr. 40	34730
gr. 50	22214
gr. 60	00000

Prima columna ostendit arcus interceptos inter diametrum, & radium incidentem.

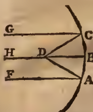
Secunda columna ostendit partes diametri interceptas inter superficiem speculi, & punctum in quo colliguntur radii reflexi. In quo duo notanda sunt. Primum ad decimum quintum usque gradum ita physicè adunari omnes radios, ut defectus sit tantum unius centesimæ; alterum quod si radios incidens distet gradibus sexaginta, unio radiorum cum diametro fiet in ipsa speculi superficie, fiet enim triangulum C A E æquilaterum, atque adeo lineæ AC,CE æquales erunt, & consequenter punctum E coincidet cum puncto B.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Radii solares speculo concava collecti, ignem generare possunt.





Elaboretur speculum concavum sphæricum quod exponatur soli E, sitque linea E D B, transiens per centrum speculi H, dico ex collectione radiorum posse generari ignem. Sit enim aliquis talis speculi maximus circulus A B C, transiens per punctum B, intelligantùrque arcus hinc inde AB,BC esse 15 graduum, ducantúrque radii incidentes FA, FG ab ipso solis centro, qui propter maximam solis distantiam,pro parallelis sumi possunt, atque adeò etiam paralleli erunt ipsi diametro D B (*per superiorem*) radii F A , G C reflectentur in quartam partem diametri,deficientibus fortè duabus centesimis partibus,& alii omnes radii qui cogitari possunt inter FA , GC inter punctum D , & quartam partem diametri colligentur; & quod dixi in circulo A B C intelligi debet de aliis omnibus circulis per punctum B transeuntibus, hoc est in toto segmento sphæræ ducto ex puncto B tanquam polo, & intervallo A B, quo autem plures radii unientur, eò magis lumen

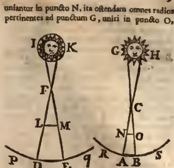
lumen & calor intenduntur; ergo tam magnum potest esse speculum ut ignis generetur. Ne hoc speculativè tantum dictum videatur. Consonat experientia; habui enim præ manibus speculum cujus magnitudo erat circiter duorum pedum, quod ita potenter urebat, ut in ipso instanti quo lignum punctum foci attingebat flammam conciperet, plumbum verò intra tempus quo recitabatur dimidia Salutatio Angelica, guttatim colliquescebat, ferrum autem intra tempus unius miserere colliquabatur. Celebre item est illud Archimedis factum, qui ope speculorum in hostiles Romanorum naves ignem injecit, si tamen hoc commentum non est ut examinabimus infra.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Specula quæ sunt minoris sphæræ segmenta, aptiora sunt ad comburendum, quam quæ majoris.

Hanc considerationem maximi momenti puto, cujus nempè defectu maximæ oriuntur hallucinationes. Sol à plerisque authoribus qui de hac materia scripserunt, consideratur ut indivisibilis, radiique ab eo prodeuntes, & ad terras usque ducti, quasi physicè inter se paralleli, propter immensam illam à terris distantiam: quod quidem si de radiis ab eodem solis puncto transmissis intelligatur, verissimum est, si verò inter se comparentur, qui ad diversas solis partes pertinent, falsissimum. Scimus enim solis diametrum esse triginta circiter minutorum, licèt ergo radii solis centrales uniantur in ea speculi concavi diametro, quæ est à centro solis per centrum speculi; alii tamen radii pertinentes ad extremitatem solis, seu limbum non uniuntur cum eadem diametro; sed tantum cum alia, quæ ab eo limbo per idem centrum speculi ducetur. Neque enim soli radii centrales solis sunt ustivi, sed alii quicúmque; neque si sol esset unicum punctum quâcumque collectione radiorum factâ, posset comburere, ut experimur in stellis, quarum lumen quantumcúmque speculo concavo collectum, insufficiens tamen est ad comburendum. Igitur illud speculum aptius erit ad comburendum, in quo non tantum radii centrales confluent in unum sensibile punctum, sed alii etiam radii totius disci solaris in idem sensibile punctum uniuntur, quàm illud cujus ope radii solum centrales sensibiliter uniuntur: sed alii longiùs ab eo puncto concursûs aberrabunt: sed speculum minoris sphæræ segmentum tale est, ut radios non centrales meliùs, & perfectiùs uniat cum centralibus, quam speculum quod est majoris sphæræ segmentum. Sit enim primò speculum AB, minoris sphæræ portio, sitque illius centrum C, sit item speculum DE, ad majorem sphæram pertinens, sitque centrum F; intelligantur radii ab extremitatibus solis per centra F & C ducti, sintque GCB, HCA; IFE, KBD; eruntque anguli IFK, CGH, æquales, nempe triginta minutorum, qualis est diameter visualis solis. Quare arcus DE, AB sunt similes nempè triginta minutorum, radii omnes solis ducti à puncto ejus H, & incidentes in diversa speculi AB puncta, sunt omnes paralleli physicè diametro HCA; ergo si speculum non superet 30 gradus, omnes unientur in quarta parte diametri CA, vel prope. Omnes uniantur in puncto N, ita ostendam omnes radios pertinentes ad punctum G, uniri in puncto O,



& ita de reliquis: Igitur focus non est unicum punctum; sed habet diametrum NO. NO autem est media pars lineæ AB, cum enim sit ut CN ad CA, ita NO ad AB (*per* 4.6.) & CN est ferè media pars lineæ AC; NO etiam erit media pars lineæ AB, sed AB est arcus triginta minutorum; ergo linea NO erit æqualis chordæ 15 minutorum. Idem probabo de LM, sed speculi majoris, seu quod est majoris sphæræ segmentum chorda 15 min. major erit quam chorda 15 minutorum in minori sphæra; ergo in parvo speculo, radii solares erunt magis uniti, quàm in magno, ideóque si cætera sint paria, hoc est si specula sint æqualia (possunt enim esse æqualia, licèt sint sphærarum diversarum segmenta, hoc est portio Pq, potest esse æqualis portioni RS, licèt specula ad inæquales sphæras pertineant) & consequenter totidem radios excipiant; speculum minoris sphæræ segmentum, fortius uret quam majoris sphæræ segmentum, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Focus habet semper latitudinem chordæ 15 minutorum illius circuli qui assumptus est ad formationem speculi. Demonstravimus enim lineam AB esse subtensam anguli ACB visualis solis, qui communiter determinatur esse triginta minutorum, seu ostendimus lineam NO esse mediam partem lineæ AB.



PROPOSITIO XII.

Theorema.

Non potest fieri speculum concavum, combustivum ad quamcúmque distantiam.

Hæc propositio est contraria opinioni communi, & aliquorum etiam authorum placitis, qui hoc problema sæpè proponunt, nempè datâ distantiâ ad quam debeat fieri combustio, assignare, aut componere speculum quod ad talem distantiam comburat; nititur autem falso fundamento nempè, quod radii omnes solares in varias speculi partes emissi, sint physicè paralleli, & consequenter uniantur in eodem physicè puncto. Assignetur ergo distantia unius milliarii, nempè mille passuum Geometricorum, secundum regulam communem deberet fieri speculum quod esset portio sphæræ cujus semidiameter esset, duorum millia-

riorum, ad hoc ut, ad distantiam ferè quartæ partis diametri id est unius milliarii combureret, juxta proposit. 8. focus autem illius (*per cor. præcedens*) esset 15 minutorum sui circuli, est autem proportio subtensæ 15 minutorum ad semidiametrum ut 436 ad 100000, seu $4\frac{1}{3}$ ad 1000. Diximus semidiametrum debuisse esse duorum milliariorum, igitur focus esset octo passuum Geometricorum cum $\frac{2}{3}$ passus Geometricus quinque pedes continet; esset ergo focus pedum quadraginta trium, quare si fieret speculum ita magnum, ut quadraginta tres pedes in diametro suæ magnitudinis haberet, ad comburendum in distantia unius milliarii focum haberet suæ magnitudini æqualem, ideóque radii solares simul sumpti, non essent magis uniti in ipso foco, quam in ipso speculo, sed in speculo non sunt sufficientes ad comburendum; ergo neque in ipso foco sufficientes essent ad comburendum; quod erat demonstrandum.

Quare animadvertere potes errorem plerotúmque authorum, qui solis radios omnes considerant, quasi ab uno puncto profectos, & consequenter, quasi physicè parallelos. Fateor quidem quod si sol esset unicum physicè punctum, haberétque vim comburendi per collectionem radiorum, ad certam distantiam, verbi gratia, unius pedis posset etiam comburere ad quamcúmque distantiam. Possent enim colligi ejus radii mutatâ speculi figurâ longius & longiùs in infinitum, sed esto aduncetur ad distantiam unius milliarii, quicúmque radii pertinent ad eamdem solis partem, qui tamen ad aliam partem vicinam pertinent, longiùs aberrabunt, qui tamen in parva distantia ferè cum prioribus incidebant, multúmque ad comburendum juvabant.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Commentum est quod de Archimedis, & Procli speculo concavo narratur.

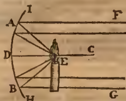
Communis est opinio, Archimedem ad maximam distantiam ope speculi concavi Romanorum classem incendisse. Non conveniunt autem authores circa distantiam. Diodorus ponit tria stadia, stadium autem 125. passus Geometricos, passus quinque pedes continet, atque adeo distantia fuisset 375 passuum Geometricorum. Alij ponunt tria milliaria. Zetses historicus Græcus. Historia 35. chil. 2. ponit tantum jactum sagittæ, cujus hæc sunt verba. Cum autem Marcellus illas removisset ad jactum arcus; hexagonum aliquod speculum fabricavit senex, à distantia autem commensurata speculi, parva talia specilla cum posuisset, quadrupla angulis, quæ movebantur laminis, & quibusdam sculptoris, medium illud posuit radiorum solis æstivalis, & æstivalis & hyemalis, refractis deinceps in hoc radiis, exarsio elata est formidabilis, ignota navibus, & has in cinerem redegit longitudine arcûs jactûs. Refert autem P. Kircherius se fuisse Syracusis, inspectaque diligenter loci constitutione reperisse distantiam navium fuisse tantum 30 passuum, seu pedum 150. & concludit possibilem fuisse in tali distantia navium combustionem. Ut tamen etiam hîc meam mentem aperiam. Probabilius mihi videtur, Archimedem usum non fuisse speculo concavo, sed disposuisse specula quàm plurima, quæ moveri potuerunt ad libitum, ut ad eundem locum dirigeretur reflexio. Fuit enim facilius innumera specula plana, quibus mulieres utebantur in unum colligere, quam immensæ alicujus molis speculum conflare, & expolire. Et hunc modum videtur innuere immo & describere Zetses. De Proclo idem narratur; sed neque majorem iis fidem adhibendam puto, quam iis quæ de Archimede feruntur. Nempe si fuit aliquid tale perfectum, distantiam fuisse minimam. Ut autem superiori utamur ratiocinio expendamus magnitudinem speculi comburentis ad distantiam triginta passuum seu 150 pedum Geometricorum; fuit autem portio sphæræ cujus semidiameter erat trecentorum pedum. Et quia focus habet latitudinem chordæ quindecim minutorum, quæ se habet ad sinum totum, ut $4\frac{1}{3}$ ad 1000. Invertatur ratio fiatque ut 1000 ad $4\frac{1}{3}$ ita 300 pedes. Inveniturque pes unus cum triente fere pro foco. Ideoque si diameter magnitudinis speculi esset quatuor aut quinque pedum, combureret in tali distantia.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Speculum sphæricum concavum lucidi, in quarta parte diametri existentis radios, remittit parallelos.

Sit speculum sphæricum concavum AB, cujus centrum C, semidiameter CD, quarta pars diametri ED: dico, si in puncto E ponatur lucidum aliquod, ut fax accensa, fore ut radii incidentes in superficiem speculi concavi sphærici, saltem non ultra decimum quintum gradum circa diametrum CD, remittantur paralleli.

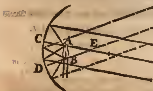


Demonstratio. (*Per 9. hujus*) si radii paralleli diametro CD, incidant in superficiem speculi CD, colligentur in punctum E, ergo (*per 3. supp. 5. hujus*) erunt anguli IAF, EAD; GBH, BED æquales; ergo pariter si radii EA, EB fiant incidentes, radii BG, AF erunt radii reflexi. Cum enim anguli EAD, IAF, EBD, HBG, sint ostensi æquales; debebit reflexio fieri per radios AF, BG parallelos; Quod erat demonstrandum.

Id autem mirabile habet, ut eandem ferè intensionem lumen per radios parallelos remissum, retineat. Ita fax exigua in foco speculi concavi posita lumen ad legendum sufficiens, ad centum & ampliùs passus producit, immo volunt aliqui quod ad infinitam distantiam illud æque intensum emittat. Cum enim ut cum de propagatione luminis jam egimus, ideo tantùm lumen decrescat pro majori

majori à corpore lucido distantiâ, quod spatium illuminandum semper majus, & majus fiat; dum remittitur lumen per radios parallelos non fit semper majus & majus, sed eandem semper servat latitudinem, ergo nullo modo ejus intensio decrescere deberet.

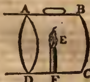
Nihilominus adhuc admisso tali principio, contendo falsum esse, quod lumen non decresceret. Ratio mea est quod istæ omnes ratiocinationes falso nitantur fundamento, considerationemque abstractam, applicent rei physicæ, nullo modo eam molliendo, hoc est quæ probantur de unico tantum puncto hoc toti faci applicare volunt. Esto enim punctum illud facis, quod præcisè in puncto foci invenietur, radios propaget per reflexionem parallelam, illa tamen lucidi puncta quæ propiora erunt speculo radios emittent divergentes. Alia verò, quæ longiùs à speculi superficie distabunt, radiabunt per lineas concurrentes, & post concursum à se invicem discedentes. Immò si lucidi partes æqualiter à speculo distarent, neque tamen radios parallelos emitteret. Sit enim lucidum AB,



speculum sphæricum concavum CD, ponantur partes lucidi A & B, æqualiter à speculo CD distare; dico radios reflexos partis A, non esse parallelos radiis reflexis partis B. Ducantur per centrum speculi E, duæ diametri AE, BE; per primam partem hujus radij qui ex puncto A, incident in superficiem speculi, remittentur per lineas parallelas diametro AE, & qui ex puncto B provenient, remittentur per lineas parallelas diametro BE. Sed posteriores lineæ non sunt parallelæ prioribus, alioquin (per 30. 1.) lineæ AE, BE, essent parallelæ, quod fieri non potest, cum se intersecent in puncto E; ergo spatium illuminatum ampliabitur, atque adeò etiam admisso priori principio remittetur lumen, & tandem in aliquo spatio nihil producetur. Fateor quidem ad majorem distantiam incomparabiliter lumen extendi, ita ut sit plus luminis in distantia 100 pedum, quàm per radios directos propagaretur ad tres aut quatuor pedes.

COROLLARIUM.

Ex hoc facilè construes laternam, quâ objecta satis dissita etiam nocte videre poteris, ut v. g. quænam hora sit in horologio publico. Maximè si etiam telescopium adhibeas. Sit enim aut cy-



lindrus aut frustum coni ABCD, apertum in AB, in cujus medio E, sit lucernæ flamma E, debet autem quantum fieri potest, esse exile corpus ipsius lucernæ, ne intercipiat radios reflexos, in fundo BC, sit speculum concavum ita distans ut flamma E, sit præcisè in ejus foco. Dico paratam esse laternam, quam si obvertas ad turrim horologij publici, poteris de nocte horas telescopio legere, in distantia centum passuum, aut etiam plurium, pro speculi perfectione.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

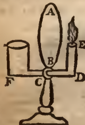
Specula concava minoris sphæræ segmenta, aptiora sunt ad reflectendum lumen per lineas parallelas.

Voco aptiora ad remittendum lumen, ea specula, quæ lumen remittunt magis intensum, sed quæ sunt minoris sphæræ segmenta, talia sunt: cum enim non multùm decrescat lumen in majori à speculo distantia; sed uniformitatem aliquam affectet, ex alia verò parte quò speculum intensius illuminabitur, eò etiam intensius lumen remittat, & specula quæ sunt minoris sphæræ segmenta lumen intensius accipiant à luminoso, ut pote viciniori, necessarium erit, ut illud reflectant magis intensum. Nam quò luminosum propiùs erit speculo, etiam meliùs, & intensius illuminabit; sed cum luminosum debeat esse in foco, & focus speculorum quæ sunt minoris sphæræ segmenta, fit etiam vicinior speculo, speculum, quod ad sphæram minorem pertinet, fortius illuminabitur, & consequenter fortiùs etiam illuminabit. Unde concludo intensionem luminis remissi parallelè, à duobus speculis concavis, se habere in ratione duplicata, diametrorum reciprocè, hoc est ita ut sit plus luminis ex speculo cujus diameter minor est, intelligo autem non diametrum magnitudinis speculi, sed diametrum sphæræ cujus speculum est portio.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Flammam candelæ in puncto foci, alicujus speculi immotam detinere.



Hoc problema non tam ad doctrinam, quàm ad usum pertinet, vidi enim nonnullos qui uti vellent ad legendum, aut laborandum, speculo

 concavo,

concavo, vix tamen id bene exequi poterant, eò quòd cum sensim absumeretur candela, & consequenter flamma descenderet, quæ priùs in puncto foci existens lumen in destinatum locum emittebat; in loco inferiori posita, jam in altiorem locum, quàm par esset radiabat. Primus modus facilis si nempè loco candelæ, lucernâ utamur; cujus flamma in eodem semper loco perseverat. Quia tamen sunt nonnulli qui olei odorem refugiunt, & aversantur; hac via poterunt, candelæ flammam, in eodem situ detinere. Sit speculum AB, inferatur ejus fulcro in puncto C tubus ED, ita ut ejus extremitas E sit præcisè in foco, hic tubus impleatur aqua, immergatúrque candela, quæ si ex sevo compacta sit, tantillulum extabit extra aquam verbi gratia uno digito; dico si accendatur, dum absumetur candela semper seipsa ascendet, & tantumdem extabit extra aquam. Cùm enim supponatur ex sevo compacta, sevum autem sit in specie gravitatis paulò minoris gravitate aquæ; semper aliquid illius candelæ extabit supra aquam, quod si materia superaret aut æquaret gravitate aquam, qualis est cera, sale saturanda esset aqua, fieret enim gravior. Est tamen adhuc aliquid incommodi, nempè quod cum tubi latitudo non debeat multùm superare crassitiem candelæ, ne fluctuando in hanc aut illam partem, à puncto foci recedat, dum absumetur candela, aqua non occupabit totum tubum neque ad æqualem altitudinem ascendet; cui incommodo obviam ibimus, si alium tubum magnæ capacitatis pone speculum aptemus, qui cum priori communicet, sufficiet enim aquam quantum sat erit ut semper flamma candelæ in eo situ detineatur. Alia in hunc modum quilibet excogitare poterit dum res feret.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Lucidum vicinius speculo concavo quam punctum foci, radiat reflexè per lineas divergentes.

Sit speculum concavum A B, sitque punctum foci C, sit lucidum in puncto D, viciniori speculo, dico lucidi D radios reflexos, nec concurrere, nec esse parallelos; sed esse divergentes, seu ab invicem recedere. Sit enim centrum speculi E, ducatúrque diameter DE in qua punctum foci C.

Demonstr. (*Per 13. hujus*) lucidum in puncto C positum radiat reflexè, per lineas verbi gratia AF, BG parallelas diametro DE, & consequenter parallelas inter se; ergo (*per 2. Supposit.*) anguli CAB, KAF, sicut CBA, LBG sunt æquales, sed angulus DAB, minor est angulo CAB, ergo radius reflexus

illi respondens, debebit etiam angulum H A K, comprehendere minorem angulo FAK, igitur radius reflexus A H recedet à linea parallela AH. Eodem modo ostendam radium reflexum BI, respondentem radio incidenti DB, recedere à parallela BG, & ita de reliquis omnibus: igitur lucidum nimis vicinum speculo, radiat reflexè per lineas divergentes, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Lucidum existens inter centrum speculi, & punctum foci, radiat reflexè per lineas concurrentes cum axe ultra centrum, & vicissim.

Sit speculum concavum AB, cujus focus punctum C, centrum E, sit lucidum D, positum inter punctum foci & centrum, dico radiare reflexè per radios qui concurrant cum diametro C D. Sint enim radii quicúmque incidentes DA, DB; ex puncto foci C, ducantur radii CA, CB.

Demonstr. (*Per 13. hujus*) radii CA, CB reflectuntur in lineas parallelas AF, BG, sed angulus incidentiæ DAB major est angulo incidentiæ CAB; ergo angulus reflexionis illi respondens major esse debebit angulo KAF; ergo radius reflexus erit AH, qui cum secet lineam AF, aliam ipsi parallelam C H etiam secabit. Eodem modo ostendam B H, esse radium reflexionis respondentem radio incidenti D B, atque adeò objectum inter focum & centrum positum radios reflexos emittere qui concurrant cum diametro per lucidum ducta.

Non possum probare omnes concurrere in idem punctum, quia falsum est, sed tantum ostendere eos qui æqualiter à diametro distant, concurrere in eodem diametri puncto.

COROL

COROLLARIUM.

Vicissim ostendam, si objectum esset in H, ejus radios reflexos concurrere cum axe, in puncto D, positum inter focum & centrum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Lucidum in centro speculi concavi spherici positum in seipsum tantum reflexè radiat.

Cum omnes lineæ incidentes à centro speculi concavi in quodlibet superficiei sphæricæ punctum, sint perpendiculares ad tangentem per illud punctum ductam, necessarium est ut radius incidens, identificetur cum radio reflexo, atque adeo omnes radij reflexi in centro uniantur.

COROLLARIUM.

Ex præcedentibus propositionibus constat, si luminosum sit inter focum, & superficiem speculi, quod radij reflexi recedent ab invicem, si lucidum sit in foco radij reflexi paralleli erunt, si luminosum sit inter focum, & centrum radij reflexi concurrent cum diametro producta ultra centrum. Si sit in centro, radij reflexi concurrent in centro. Si sit ultra centrum in diametro quantumlibet producta, radij reflexi concurrent cum diametro inter focum & centrum, donec ita distet à speculo ut radij censeantur physicè paralleli, tunc enim concurrent in ipso puncto foci.

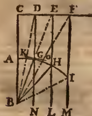
PROPOSITIO XX.

Theorema.

Modus describendi lineam parabolicam.

Ne hunc tractatum dependentem reddamus ab elementis conicis Apollonij, neque enim æquum judico, ut pro una aut altera propositione, remittam lectorem ad doctrinam ita difficilem. Quare omissis iis omnibus, quæ de sectionibus conicis demonstrantur; dabo methodum describendi aliquam lineam, quam vocabo parabolam, demonstraboque eam ita se habere ut uniat radios omnes parallelos axi, in uno eodemque puncto præcisè; non curando an sit ea quam describit Apollonius, & omittendo cæteras ejus proprietates.

Prima methodus erit per puncta aliqua, neque enim linea parabolica facilè tota haberi potest; sufficiet enim in hac materia præcisio aliqua physica.



Ducatur linea AB, determineturque punctum A, vertex parabolæ, & punctum B focus, seu locus in quo uniri debent omnes radij paralleli axi AB. Abscindatur linea AC, æqualis lineæ AB, ducaturque perpendicularis CF, & parallelæ GD, HE, IF, &c. Ducatur linea BD, fiatque angulus DBG, æqualis angulo BDG; eritque punctum G, punctum alterum parabolæ. Pariter ducta lineâ BE, fiat angulus EBH, æqualis angulo BEH, & habebitur punctum H, & ita consequenter habebis punctum I. Si conjungas lineâ curvâ puncta A, G, H, I, habebitur linea quam ostendam postea reflexè unire radios omnes KG, LH, MI, & cæteros quoscumque in puncto B.

COROLLARIUM I.

Ex hac praxi concludes lineas BG, DG, BH, EH, BI, FI esse æquales. Cum enim anguli DBG, BDG sint facti æquales (*per 5. 1.*) erunt lineæ BG, GD æquales; ita ostendam lineas BH, HF, BI, IF esse æquales.

COROLLARIUM II.

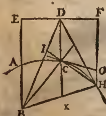
Si ex puncto G ducatur perpendicularis ad BD, hæc dividet angulum BGD bifariàm. Cùm enim in triangulis GKD, GKB, anguli ad K recti sint (*per 47. 1.*) erunt quadrata KD, KG, æqualia quadrato KD, seu BG illi æquali, sed (*per eandem*) quadrato BG, æqualia sunt quadrata BK, KG; ergo cum quadratum KG sit commune, erunt quadrata BK, KD æqualia. Et quia in triangulis BKG, KDG omnia latera sunt æqualia, erunt anguli BGK, DGK æquales.

COROLLARIUM III.

Pariter si divisâ lineâ BD bifariam in K, ducatur linea GK, ostendam illam esse perpendicularem ad BD. Insuper ostendam angulos incidentiæ, & reflexionis respectu illius lineæ esse æquales, hoc est angulos BGK, NGO. Cum enim anguli NGO, KGD ad verticem oppositi sit æquales, & anguli KGD, KGB sint ostensi æquales; erunt anguli KGB, NGO, æquales; ideoque restat tantum ostendendum lineam OGK tangere lineam curvam quam duximus. Nam si hoc ostendero non tantum pro linea GK; sed etiam pro linea quæ à puncto H duceretur perpendicularis ad BE, cum anguli incidentiæ & reflexionis sumantur respectu tangentium, demonstravero lineam nostram parabolicam unire radios parallelos in eodem puncto B.

LEMMA.

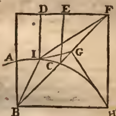
Sit hyperbola superiùs descripta cujus vertex A, focus B, sit quodcumque punctum ejus C, ducaturque



ctaque ut priùs perpendiculari CD, junctaque linea BC, ducatur linea CO, perpendicularis ad BD, dico lineam CO, ita duci ut non attingat hyperbolam ultra punctum C versus H, in nullo enim puncto attingere potest hyperbolam. Neque enim attinget in puncto H. Ducatur enim linea HCI, & DH, item perpendicularis HF, & BH.

Demonstratio. Cum angulus DFH supponatur rectus, (*per 17. 1.*) erit latus DH, majus latere FH. Sunt autem (*per cor. 1. præcedentis*) lineæ FH, BH æquales; igitur linea DH major est recta BH. In triangulis autem DCH, BCH, cum latera BC, CD, (*per cor. 1.*) sint æqualia, latus CH commune, & basis DH major ostensa sit basi BH (*per 25. 1.*) erit angulus DCH, seu ICK, illi ad verticem opposito, major angulo BCH; habent autem communem angulum BCK, igitur angulus ICB, major est angulo KCH, & illi opposito ICD. In triangulis igitur ICD, ICB, cum latera DC, BC sint æqualia; & latus CI commune, item angulus ICD minor angulo ICB (*per 25. 1.*) erit basis ID, minor basi BI; quare perpendicularis CO, quæ dividit bifariam lineam BD cadet infra punctum I, & post punctum C, cadet supra punctum H; ergo non secabit hyperbolam in puncto H. Quod autem demonstravimus de puncto H, ostendam de quolibet alio puncto; igitur non attinget hyperbolam ultra punctum C.

Restat ut ostendam eam lineam non attingere hyperbolam inter punctum C, & punctum A. Sit enim hyperbola in qua pariter punctum A sit vertex, B focus, sitque punctum H. Ducatur pariter perpendicularis HF, & radius BH, conjungatur linea BF, secans hyperbolam in puncto C; dico si à puncto H, ducatur perpendicularis ad BF, hæc tota cadet extra parabolam.

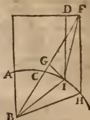


Hæc enim perpendicularis HG, ut supra ostendimus, dividit bifariam lineam BF, cùm autem lineæ BC, CE sint æquales, & linea CF, sit major linea CE propter angulum rectum E, erit CF, major quam CB; ergo punctum in quo BF dividetur bifariam, erit ultra C; ergo jam habemus quod linea HG, non attingit punctum C sed cadit extra.

Neque etiam attinget ullum punctum inter A & C positum; attingat enim si fieri potest punctum I, ducaturque perpendicularis ID, radius BI, & linea IF.

Demonstratio. In triangulis BGI, FGI, cùm anguli ad G, sint recti, item lineæ BG, GF æquales, & IG, communis; erunt lineæ BI, IF æquales; sed ID, IB, sunt jam æquales (*ex descriptione hyperbolæ;*) ergo lineæ ID, IF essent æquales, quod est absurdum, cum angulus D sit rectus.

Denique assero lineam ex puncto H ductam perpendiculariter ad lineam BF, scilicèt lineam HG, non secare hyperbolam in aliquo puncto inter H, & C, posito verbi gratia in puncto I. Attingat enim si fieri potest punctum I, ducatur radius BI, perpendicularis ID, & linea IF.



Demonstratio. Cùm in triangulis BIG, FIG, anguli in puncto G sint recti, item lineæ BG, GF æquales, & GI, communis (*per 4. 1.*) erunt bases BI, FI æquales; sed jam (*ex descriptione parabolæ*) lineæ BI, ID æquales sunt; igitur lineæ ID, IF essent æquales, quod absurdum est, cum angulus D rectus sit.

COROLLARIUM.

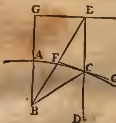
Sequitur ex hoc lemmate lineam HG esse tangentem parabolæ, cùm nullibi attingat parabolam, nisi in puncto H.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Parabola unit radios omnes axi parallelos in puncto foci.

Sit parabola cujus vertex A, focus B, axis AB; Incidat radius DC axi AB parallelus, dico illum reflectendum in focum B. Ducatur enim radius



BC, continueturque radius DC, sitque AG, ipsi AB æqualis, ducatur perpendicularis CE. Item linea BE ad quam ex puncto C ducatur perpendicularis CF, quæ (*per lemma superius*) tanget parabolam.

Demonstratio. Radius incidens DCE, cum sit parallelus axi BA, qui perpendicularis est lineæ GE, perpendicularis etiam erit ad eandem GE. Sunt ergo lineæ BC, CE æquales, (*per descriptionem parabolæ supra traditam.*) Quare in triangulis FEC, BFC, cum anguli ad F sint recti, & FC latus

latus commune, erunt ut jam supra ostendi omnia æqualia; sunt igitur anguli FCE, FCB æquales; sed angulo FCE, angulus DCG, oppositus ad verticem æqualis est; ergo anguli DCG, BCF æquales sunt. Linea autem FCG, est tangens parabolæ, & anguli incidentiæ, & reflexionis qui fiunt in superficiebus curvis, desumuntur penes tangentem; igitur angulus incidentiæ DCG, æqualis est angulo reflexionis BCF. Quare (*per Supp.2.*) radius DC, parallelus axi, reflectetur in B. Idem ostendere possum de quolibet alio radio parallelo axi, igitur omnes radii paralleli axi unientur præcisè in puncto foci.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo, quod si circa axem BA volvatur parabola, ita ut generetur corpus parabolicum solidum, quod ita lævigetur, ut reddatur aptum ad radios solis remittendos, erit etiam aptissimum ad comburendum. Si enim ita soli exponatur, ut axis directè solem respiciat, omnes radii centrales solis, præcisè in eodem puncto foci unientur. Dixi centrales, nam soli centrales, seu qui à solis centro procedunt, sunt paralleli inter se, & axi; alii verò qui ab extremitate eadem solis procedunt, licèt sint paralleli inter se, non tamen sunt paralleli axi, sed cum eo angulum conficiunt 15 circiter minutorum, qualis est semidiameter apparens solis. Ex quo sequitur quod quò punctum foci vicinius erit parabolæ, eo radii non centrales perfectiùs unientur eum centralibus, eritque focus integer minor, eo modo quo diximus in sphærico speculo concavo.

COROLLARIUM II.

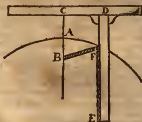
Sequitur item quod si lucidum ponatur in puncto foci; radii remittentur paralleli: & quia ut jam diximus præcipuum intensionis incrementum petitur ex ampliatione spatii, spatium autem inter radios parallelos comprehensum nullo modo augetur, lumen ad maximam distantiam propagabitur sine notabili decremento.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Diversa methodi ad descriptionem parabola.

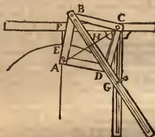
Sit parabola describenda, cujus vertex A, & focus B sint AB, AC æquales, ducatúrque ad BA,



in puncto C perpendicularis CD, cui applicetur regula. Item habeatur alia regula ED, quæ ita moveri possit ut semper sit ad regulam CD perpendicularis. Huic regulæ in puncto E, annectatur filum præcisè æquale lineæ ED; quod alia sui parte firmetur in puncto foci B; dico si stylo aliquo filum comprimatur contra regulam in puncto F, moveatúrque regula CE supra CD, quod stylus describet parabolam.

Demonstratio. Pervenerit enim stylus in punctum F, ostendo punctum F pertinere ad parabolam. Cum enim ex suppositione filum BFE æquale sit regulæ DE, ablato communi FE erunt lineæ BF, FD æquales: sed FD perpendicularis supponitur, & regula CE, insistere semper ad rectos angulos supra regulam CD. Igitur (*per 18.hujus*) punctum F, pertinebit ad parabolam; ita ostendam quæcúmque alia puncta pertinere ad parabolam.

Aliud instrumentum profertur à Francisco à Schooten. Si instrumentum parallelogrammum constans quatuor regulis æqualibus AB, BC, CD, AD, ita firmatis in extremitatibus, clavis A, B,



C, D, ut tamen moveri possint. Clavus A fixus sit in ipso puncto foci, sit vertex hyperbolæ E, sintque lineæ AE, EF æquales, & per F ducatur linea perpendicularis FC. Sit item alia regula BD, crenam habens in medio, fitque clavus D in medio crenæ, ita ut moveri possit secundùm ejus longitudinem. Sit item alia regula CG, crenam habens in medio, quæ perpendiculariter semper insistat lineæ FC; clavus autem C sit semper supra lineam FC, & in medio crenæ CG. Sitque graphium G in puncto intersectionis utriusque crenæ; dico graphium illud descripturum parabolam. Ducatur enim linea AC; ostendo punctum G, pertinere ad parabolam.

Demonstratio. Cùm ABCD sit parallelogrammum (*per 24.1.*) erunt anguli ADH CDH æquales, & (*per 4.1.*) erunt AHD, DHC æquales, & consequenter recti, item AH, HC æquales. In triangulis AHG, CHG, cum anguli in H sint recti, & consequenter æquales, item latera AH, HC, & GH commune, bases CG, AG æquales erunt, & quia CG est parallela lineæ AF punctum G pertinebit ad parabolam (*per 18. hujus*) igitur graphium G semper erit in puncto pertinente ad parabolam, atque adeo instrumentum describet parabolam.

Quia tamen superiores praxes vix possunt bene succedere, quoties accidit focum nimis remotum esse à parabola, ut si quis in lamina non longiore duobus aut tribus pedibus, vellet parabo-

ſam deſcribere, quæ haberet focum diſtantem triginta aut 40 pedibus, calculo,& ſupputationibus Trigonemetricis utendum eſt; cum neque ipſe regulæ ad tantam longitudinem ſatis rectæ inveniri poſſint, calculus igitur ita procedet.

Supponatur parabola deſcribenda cujus focus diſtet à vertice 50 pedibus, ſeu partibus 10000, ut exactior ſit calculus, ſitque AB, hæc diſtantia pedum quinquaginta. Intelligatur A C, pariter pedum 50, neque enim opus eſt eas lineas ducere, niſi in eharta ad determinandam imaginationem; ducatur CE, perpendicularis ad AC,demittatúrque EF parallela axi; item AG, parallela lineæ CE; quæritur longitudo lioeæ EF, quæ ſemper major erit pedibus quinquaginta. Snpponatur C E eſſe quotcúmque partium verbi gratia unius pedis,in triangulo rectangulo BCE; cognito angulo recto BCE, item linea BC centum pedum, & linea C E, unius pedis, per Trigonometriam cognoſcetur tam baſis B E, quam angulus BEC, & conſequenter angulus BEF, ejus complementum. Pariter in triangulo BEF, iſoſcele, cujus cognoſcitur baſis BE, & angulus BEF, non latebit latus EF,à quo ſi ſubtrahas EG, pedum quinquaginta, habebis G F; quare ſi dividas lineam AG, in quotcumque partes, & per ſingulas diviſiones ducas parallelas axi, ſcies eo modo earum longitudinem; quare non erit opus niſi lineis valdè exiguis; præſuppoſito tamen calculo Trigonometrico.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Annulum cauſticum componere.

Ex ipſa parabola etiam annulum cauſticum detrahemus hoc modo. Sit parabola ABC, in materia ſolida deſcripta, verbi gratia lamina ærea, ſitque ejus focus D, reſecetur par illius EAB, reſtétque figura FEBC, quæ ſi circa axem HA, intelligatur volvi, deſcribet annulum paraboltcum. Hic ſi ſoli directè opponatur omnes radios uniet in puncto D, ut facilè oſtendi poteſt ex ſuperioribus demonſtrationibus. Omnes enim radii paralleli axi, incidentes parabolæ; ut radius GB, reflectitur in punctum G.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Linea uſtoria infinita.

Hoc problema primus videtur propoſuiſſe Porta, licèt ſolutiooem ejus non attulerit, ſed de induſtria iotricaverit, ut videretur aliquid dixiſſe. Alii tamen ſolutionem dederunt,de qua quid ſentiendum ſit, hîc aperiemus.

Supponit autem eorum ſolutio non in ipſo præcisè puncto foci radios ſolares vim combuſtivam habere, ſed etiam aliquantò eam conſervare, tam ante ipſum punctum foci; quam poſt, ut experientia & ratio ſuadet; experientia quidem. Si enim adhibeatur materia concipiendo igni idonea, in toto aliquo ſpatio comburetur. Ratio verò. Sit enim ſpeculum magnitudinis unius pedis,in cujus foco radii ſolares ita colligantur, ut tamen ſpatium unius lineæ comprehendant, ſi adhibeatur ſpeculum duplò majus, etiam radii ſolares licèt non ita uniri, ſed obtinentes ſpatium duarum linearum, eandem habebunt intenſiooem, ideóque æqualem habebunt virtutem incendendi materiam.

Supponit ſecundò radios parallelos æquè intenſos permanere neque decreſcere quantumlibet producantur; modò ſemper paralleli permaneant. Sit igitur annulus parabolicus ABCD, cujus focus E, expoſitus directè radiis ſolaribus. Fiat alius annulus parabolicus ita parvus, ut diſtantia foci E ab eo ſit exigua, hoc eſt ita ut radii ſolares poſt unionem, factam in puncto E, poſſint adhuc urere in punctis K L, in quibus incurrunt in annulum parabolicum. Quibus poſitis putant ſolutum eſſe ploblema; nam radii ſolares in ſpatio K L, ſufficienter uniti ſunt ad comburendum; remittuntur autem paralleli (*per cor.* 2. 19. *hujus*) nam idem eſt omninò, quod lucidum ponatur in puncto E, reſpectu annuli parabolici K L, ac quod radii ſolares, jam uniti in puncto E, propter parabolam ABCD incidant in annulum K L, quare paralleli remittentur: igitur in toto ſpatio M N, eandem vim comburendi conſervabunt: & hoc in infinitum (*per ſuppoſitionem ſecundam.*)

Hæc tamen ratiocinatio in multis deficit, primò peccat contra praxin, hoc eſt licèt veriſſima eſſet demonſtratio, impoſſibilis tamen eſſet in praxi, ſi enim radii ſolares in ſpatio KL comburere poſſunt,

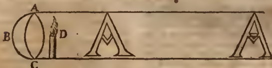
possunt, liquabitur speculum KL, quæ enim materia talia inveniri poterit, quæ vim reflexivam habeat, incombustibilis tamen sit.

Secundò etiam hoc dato non conservatentur radii paralleli; falsum enim est radios solares omnes in eodem prorsus puncto E adunari, sed depingunt ut ita dicam solis imaginem majoré quidem, prout speculum ABCD erit segmentum majoris parabolæ. Quare sicut diximus (*prop. 13.*) concedam quidé radios solares pertinentes ad eandem solis partem parallelos procedere, qui tamen à diversis solis partibus oriuntur, nequaquam erunt paralleli; sed ampliabunt illud illuminationis spatium, cujus consequenter intensio minuetur.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Ad maximam distantiam characteres legendos exhibere.



Sit aliquis in urbe obsessa, qui cum amicis absentibus agere velit, habeat parabolicum speculum exquisitum. Item ex crassiori charta compactos alphabeti characteres, ita ut præcisa circumquáque superflua materiâ, solæ remaneat litteræ. Convenerint antè amici, ut da nocte ille qui foris est dato signo, aut determinata horâ, spectaret parietem album distantem verbi gratia uno milliari ab urbe, obsessus autem eâdem horâ aptaret speculum parabolicum ABC, instructum face accensâ D, ita ut lumen remitteretur usque ad parietem, distantem per radios parallelos, tum oppositis speculo litteris alphabeti interciperet lumen reflexum; ex quo otietur umbra similis in pariete, & quam alter in charta notaret.

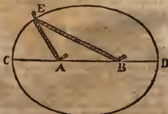
Hanc methodum multi existimarunt expeditissimam & certissimam, quam quidem ad aliquos passus succedere non diffiteor, ad unum milliare, vix opratum finem adipisci crediderim. Ita à speculatione ad praxin progredi non est semper proclive. In hoc autem casu obstat una consideratio de quâ jam aliquid supra; neque enim fax illa indivisibilis est, aut tota invenitur in puncto foci; & consequenter neque radii reflexi omnes erunt paralleli; sed ex parallelismo exorbitabunt quam plurimi; qui error licèt initio videatur insensibilis, puta aliquotum forsitan minutorum, in tanta tamen distantia, totam hanc litteræ objectæ formam confundit, & inanem reddit. Quod confirmo exemplo familiari. Solent turribus nostris campanariis imponi globi satis magni, quorum umbræ antequam ad subjectum planum perveniant penitus evanescunt, quæ tamen in infinitum produci deberent, si sol per modum puncti alicujus spectaretur; quia tamen sol magnitudinem aliquam habet, ideo radii circum globum emissi ita sensim umbram ejus castigant, ut omnino deficiat. Idem dico in casu proposito. Licèt enim radii à centro facis speculo parabolico objectæ paralleli procedant, qui si soli essent umbram litteræ, similem immò & æqualem exhiberent; alii tamen radii eandem umbram sensim deturpant; ut in distantia centum passuum vix appareat.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Descriptio Ellypsis.

Hic profiteor, quod jam antea dixi, me nolle propter unam aut alteram propositionem huc advocare Elementa conica Apollonii, ideóque omissis cæteris Ellypsis proprietatibus, unam aut alteram methodum eam describendi seligam: & absolute, seu nihil omninò decerpendo ex conicorum doctrina, immò omittendo quod ellypsis sit sectio conica, demonstrabo radios omnes ab uno puncto, in ejus superficiem incidentes, remitti ad unum aliud determinatum punctum. Estque Ellypticum speculum maximè usui, dum lumen facis, volumus in unum, & determinatum punctum remittere, ut hyeme sit aliquis qui scribere velit, ut manum ad Lampadis radios calefaciat, potest Ellypticum speculum adhibere; licèt ut verum fatear possit etiam parabolicum, aut sphæricum adhibere, modò facem non in puncto foci præcisè, sed tantisper remotiorem à speculo constituat, neque enim opus est, ut omnes præcisè radii in eodem prorsus puncto uniantur, ne quid tamen in hac parte desideretur descriptionem Ellypsis aggredior.



Sit ergo describenda Ellypsis, ita ut radii omnes à puncto A, in ejus superficiem incidentes, reflectantur in punctum B ducatur linea AB, & sumantur lineæ AC, BD æquales,

quo erit minor linea AC, eò intensiores erunt radii: annectatur filum in punctis A & B, cujus longitudo æqualis sit lineis BC, AC simul sumptis; tum graphio E extendatur filum, moveaturque graphium filo illud dirigente, describeturque figura aliqua. Postcà probabo habere hanc proprietatem, ut angulus AEC æqualis sit angulo BED, & consequenter si luminosum sit in puncto A, omnes radij colligentur in punctum B, & vicissim.

Quia tamen vix describi potest exactè istâ methodo hæc figura, eò quòd filum consentiat, & extendatur, aliam praxin afferemus, quam affert Franciscus Schooten. Parentur duæ regulæ ex materia solida æquales lineis BC, CA simul sumptis, quæ fissuram habeant æqualem graphio. Paretur item alia regula cujus longitudo æqualis sit lineæ AB, ita autem aptentur ut sequens figura ostendit. Hoc est firmentur duobus clavis in A, & B, circa quos moveri possint. Sint & alij duo clavi teretes in F & G, ita ut moveri possint regulæ circa illos. Immittatur autem graphium E, in utramque fissuram, dico graphium eandem figuram descripturum, quæ superiori methodo descripta est: ducantur enim lineæ AF, BG, item ex puncto E perpendicularis EH ad lineam AF.

Demonstratio. Triangula AFG, AFB, habent omnia latera æqualia: quare (*per* 7. 1.) erunt anguli FGA, FBA æquales. Triangula autem FEG, AEB, cum habeant angulos oppositos ad verticem E æquales, & angulos ABE, FGE æquales. Erunt æquiangula. Habent autem latera FG, AB, ex constructione æqualia: quare (*per* 4.1.) erit ut FG ad AB, ita FE ad EA, & EG ad EB. Quare latera BE, EA sunt æqualia lineæ BF, hoc est lineis BC, AC simul sumptis & hoc in omni situ; sed in superiori methodo idem eveniebat; igitur eadem describitur figura hac methodo, ac superiori. Quod erat ostendendum.

Addo insuper lineam HE esse etiam perpendicularem ad lineam GI. Cum enim in triangulo FEA latera FE, EA sint æqualia. (*per* 5.1.) erunt anguli EFA, EAF æquales, ita ostendam angulos EGB, BEG æquales esse. In triangulis autem FEG, HEA æquiangulis, omnia erunt æqualia, & consequenter FEH, AEH, & oppositi ad verticem GEI, BEI. Unde ostendam in triangulis EGI, BEI, omnia esse æqualia, & consequenter angulos in puncto I æquales, & rectos esse.

LEMMA.

Linea HEI est tangens Ellypsin.

Ut linea HEI tangat Ellypsim, debet tota esse extra Ellypsin præter punctum E, quod habet commune cum illa. Sumatur enim lineæ HEI punctum quodcunque K. Hoc ostendo esse extra Ellypsin, hoc est lineas AK, KB majores esse, quàm lineas BC, AC simul sumptas; atque adeò lineas describentes Ellypsin utpote majores debere concurrere intra triangulum AKB. Ducatur linea KG, ostendam primò lineas KG, KB æquales esse. Cum in triangulis GIK, BIK, anguli in puncto I sint recti, & lineæ GI, IB æquales, & KI communis. Sed AK, KG (*per* 20. 1.) lineâ AG, seu lineis BC, AC majores sunt: igitur AK, KB, lineis describentibus Ellypsin sunt majores.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Lucidi in uno Ellypsis foco positi radii, in alio foco colliguntur.

Sit lucidum positum in puncto A, dico omnes radios ex puncto A in superficiem Ellypticam incidentes, colligi in puncto B. Repetatur enim superior figura in qua pariter sit linea HEI tangens Ellypsin.

Demonstratio. Ostendimus superiori propositione angulos AEH, HEF æquales esse, sed angulus HEF, sibi opposito ad verticem æqualis est, nempe angulo BEI: ergo anguli AEH incidentiæ, angulo BEI reflexionis æqualis est. Quare cum in speculis curvis anguli incidentiæ, & reflexionis desumantur penes tangentem, radius AE, reflectetur in EB, & ita ostendam accidere in reliquis omnibus punctis circumferentiæ Ellypticæ. Quod ostendendum erat.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

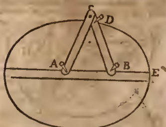
Alij modi describendi Ellypsin.

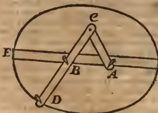
Quia ille modus qui traditus est supra, videbitur aliquibus difficilis, aliquos hic subjiciam.

Primus erit ope regulæ, & brachioli. Sit enim brachiolum AC minus maxima diametro Ellypsis, sitque ACD illi æqualis, & BD, sit æqualis minimæ diametro. Dico si punctum A sit fixum in centro, & punctum B, moveatur secundum maximam diametrum AE, tunc punctum D describet Ellypsin.

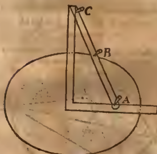
Pariter

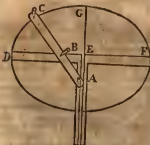
Pariter in secundo exemplo ACD, sit æqualis maximæ diametro, & DB minimæ, moveaturque





B, secundum maximam diametrum AE, punctum D describet Ellypsin. Hic demonstrationes nullas





subjicio, sufficiat ad præsens institutum priorem praxim esse demonstratam, cum isti modi ad eam facilè revocentur.

Aliter item describi potest. Sit AB, æqualis minori diametro, & BC majori, ita ut punctum C moveatur supra minorem diametrum, & punctum A, supra majorem; punctum B describet Ellypsin.

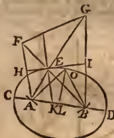
Denique sit BC, æqualis minori diametro, & AC majori, moveaturque punctum A, supra minorem diametrum, & punctum B, supra majorem, punctum C describet Ellypsin.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Data Ellypsi, invenire duo puncta focorum.

Sit data Ellypsis COD, sitque maxima diameter CD, quæ dividatur bifariam in L, ducaturque



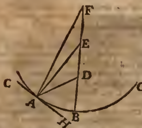
perpendicularis LO, si ex puncto O, tanquam centro intervallo LD, describas arcus, secantes diametrum CD, in punctis B & A. Dico puncta A & B, esse ea quæ quæruntur. Quia nempe lineæ AOB, æquales sunt lineis BC, AC, seu toti CD.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

In quocumque loco oculus positus sit, seipsum videt in speculo sphærico concavo, tantum per diametrum.

Sit Sphæricum speculum concavum ABC, sitque oculus in D, E, dico quod non videbit se reflexè nisi per diametrum. Sit enim primò in D, dico quod non se videbit reflexè per radium AD. Ducatur enim EA, & tangens GH.



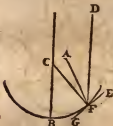
Demonstr. Cum angulus EAH (*per* 18.3.) sit rectus, angulus DAH acutus est: ergo AD, in seipsum non reflectetur, alioquin angulus incidentiæ, & reflexionis non essent æquales, (*contra suppositionem secundam* 1. *hujus*) idem dico de oculo in F existente. Si verò oculus esset in centro, diximus jam quid accideret, nempè se videret in toto speculo.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Objecti extra speculum positi, & magis distantis à diametro quam oculus, punctum reflexionis, non est in ea parte speculi in qua oculus, & objectum versantur.

Sit oculus in puncto A, ducatur diameter BC, sitque objectum extra speculi circumferentiam



positum D, & ex eadem parte ductæ diametri, dico fieri non posse, ut reflectatur objectum D ad oculum A, in aliquo puncto superficiei BE. Sit enim si fieri potest punctum F, in quo dicatur fieri talis reflexio, ducatur linea C F à centro C, item tangens EG.

Demonstr. (*Per* 1. *hujus*) linea à centro speculi ad punctum reflexionis ducta dividit angulum A F D bifariàm; sed in hoc casu non divideret; ergo fieri non potest talis reflexio.

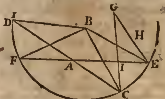
PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Objectum inter centrum, & peripheriam speculi concavi positum, aliquando per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videtur.

Sit objectum A, positum inter centrum B, & superficiem speculi sphærici concavi, dico fieri posse ut oculus ita collocetur, ut videat objectum A, per plures lineas reflexionis. Sit enim quæcumque linea incidentiæ A G, ducatur autem radius reflexionis C G, sit etiam quæcumque alia linea incidentiæ AE, ita ut producta in F, faciat arcus DF, CE æquales; dico si illi respondens radius reflexionis, E H ducatur, qui concurret cum radio reflexo CG, atque adeò si oculus constituatur in puncto G, videbit objectum A, per radios reflexos CG, EG. Ducantur lineæ BD, BC, BF, BE.

Demonstr. Cum arcus DF, C E sint æquales, erunt addito communi FC arcus DC, F E æquales, & consequenter (*per ultimam sexti*) anguli D B C, F B E æquales, & consequenter anguli ACB, AEB æquales, quibus cum (*per* 1. *hujus*)



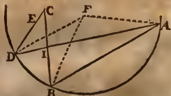
anguli BCG, BEH sint æquales; erunt anguli ACG AEG æquales; quare additis angulis æqualibus ACI, GIE; erunt duo anguli AGI, AIC duobus GIE, GEI æquales; sed priores duobus rectis minores sunt; ergo & posteriores duobus rectis minores erunt; quare concurrent lineæ IG, E G; quod erat demonstrandum.

Idem meliùs sequitur si accidat arcum CE, majorem esse arcu D F, tunc enim addito communi FC, erit arcus F E, major arcu DC, & angulus FBE, major angulo DBC, & consequenter angulus BEF, minor angulo BCD, & totalis IEG minor, totali ACG. Quare cum anguli ACI, AIC, minores sint duobus rectis (*per* 17.1.) erunt & anguli GIE, GEI, minores duobus rectis; quare lineæ IG, EG productæ concurrent; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Objectum in superficie speculi concavi positum videri potest ab eodem oculo per plures radios reflexos.



Sit objectum A, in superficie speculi concavi positum: dico fieri posse ut per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videatur objectum A. Sit enim radius incidentiæ quicumque AB, & reflexionis BC, sitque alius radius incidentiæ AD, & reflexionis DE, dico radium DE productum, concurrere cum radio BC in puncto C. & consequenter si oculus sit in puncto D, videbit objectum A. Per radios DC, BC, ducantur ex centro F, lineæ FD, FB, FA.

Demonstr. Cum angulus AFD, major sit angulo A F B, angulus FDA minor erit angulo FBA, & cum (*per* 1. *hujus*) anguli FDA, FDC; item FBC, F B A sint æquales, erit angulus totalis A D C minor totali ABC, & additis æqualibus AIB, D I C, erunt anguli A I B, ABI simul, majores angulis CDI, CID, sed priores (*per* 17.1.) minores

sunt

sunt duobus rectis, ergo multò magis anguli CDI, CID minores erunt duobus rectis, quare concurrent lineæ D C, I C, quod erat demonstrandum.

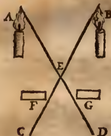
PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Locus imaginis in speculis concavis in genere.

Relabimur in maximam istius tractatûs difficultatem, neque mirum nos in hac materia, aliquantulum cæcutire, qui vix benè explicare possumus quomodo oculus etiam per radium directum determinetur ad judicandum de loco objecti. Suppositis iis quæ de radio directo diximus, nempe quotiescúmque accidit, ut radii reflexionis ejusdem puncti objecti, ita in diversas ejusdem oculi partes incidant, ut veniant quasi ab uno eodémque puncto, judicabimus objectum esse in illo puncto; quia verè si objectum esset in eo loco, ita afficeret oculum. Quare ita formanda est ratiocinatio. Quoties objectum per reflexionem ita afficit oculum, ac directè afficeret, si existeret in loco determinato verbi gratia in loco A, tunc deberet videri in loco A, ex quibuscúmque tandem principiis petatur illa determinatio; sed si objectum esset in loco A, omnes radii incidentes in diversas oculi partes, procederent ex loco A; ergo si ita reflectantur radii ejusdem objecti ad oculum, ut procedant quasi ex loco A, hoc est ut producti ab oculo concurrant in locum A, imago objecti, erit in loco A. Ex quo fit ut si accidat radios reflexionis ad diversas pupillæ partes appellentes, venire quasi ab uno puncto; ibi erit locus imaginis objecti.

Diximus item cum de radio reflexo, determi-



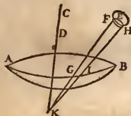
nationem ex duplici oculo desumptam, certiorem esse ad judicandum de objecti distantia, quam determinationem tantum ab uno oculo; quod confirmavimus experientia irrefragabili. Sint enim faces accensæ A & B, quæ à duobus oculis C & D ita spectentur, ut propter obices G & F, oculus C, videat tantum candelam B, & oculus D candelam A, unica tantum videbitur flamma in puncto E. Ex quo concludere licèt propositum; nempè determinationem utriúsque oculi certiorem & efficaciorem esse determinatione per unicum tantum oculum factâ. Licèt enim oculus C, videndo solam candelam B, quia omnes radii illius candelæ proficiscuntur ab eodem loco B, videt facem illam in loco B, si tamen accedat alia visio, illam facem videt in puncto E, ita etiam dicendum est in speculis quibuscúmque, quod etiamsi radii reflexi pertinentes ad idem objectum, ita afficiant unum oculum, quasi ex determinato loco proficiscerentur; si tamen accedat alia visio, ita ut radii reflexi ad duos oculos, in aliquo loco uniantur, & quasi ab eo puncto ad duos oculos procedant, is erit locus in quo videbitur objectum.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

In speculis concavis communiter locus imaginis est in catheto incidentiæ, seu in communi concursu catheti incidentiæ & lineæ reflexionis.

Sit speculum concavum AB, cujus centrum C sit objectum D, quod reflexè videatur ab oculo



E, per radios reflexos GF, IH, ad diversas pupillæ FH partes ductos; dico communiter loquendo locum imaginis esse in catheto incidentiæ CDK. Sint enim F & H duæ partes pupillæ in diversa superficie reflexiva, licèt enim aliquæ pupillæ partes sint in eadem superficie reflexiva, quæ (*per primum suppositum primi hujus*) debet esse ad superficiem corporis reflectentis recta, & consequenter transire per centrum C, pleræque tamen partes ejusdem pupillæ sunt in diversis superficiebus reflexivis. Assumantur igitur partes F, & H, producantúrque radii FG, HI donec concurrant, sitque cathetus incidentiæ C D K.

Demonstr. Radius G F est in plano ad superficiem speculi recto, & consequenter per centrum C transeunte, in eodem item plano debet esse objectum D, radius item I H est in alio plano pariter ad speculum recto. Horum autem planorum communis sectio est cathetus incidentiæ C D K; ergo si radii FG, HI concurrunt alicubi, id facient in catheto incidentiæ. Cum enim sint in diversis planis, concurrere non possunt nisi in communi sectione illorum planorum; ergo objectum videtur in catheto incidentiæ.

Dixi tamen communiter, quia aliquando tales radii non concurrunt, & tunc est confusio ut expendemus postea.

COROLLARIUM.

Eadem demonstratio applicari posset duobus oculis, si nempè puncta F & H, essent duo oculi; sed notandum est, eam nullam vim habere quotiescumque duo oculi invenirentur in eadem

superficie

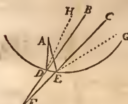
ſuperficie reflexiva, tunc enim non probarentur radii G F, H I, concurrere in catheto incidentiæ, licèt poſſit hoc ſuaderi, eò quòd ſi unus oculus tantiſper moveatur, & jam incipiat eſſe in alia ſuperficie reflexiva, illi radii uniri non poſſint, niſi in catheto incidentiæ, nempè in communi ſectione planorum in quibus exiſtunt.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Objectum vicinius ſpeculo concavo, quartâ parte diametri, habet imaginem ultra ſpeculum.

Sit objectum A vicinius ſpeculo concavo, quam ſit quarta para diametri, quod reflexè videatur ab



oculis B & C per radios DB, EC, dico objecti illius imaginem fore ultra ſpeculum verbi gratia in puncto F, hoc eſt videndum eſſe in puncto F.

Demonſtratio. (*Per 17. hujus*) objectum aut lucidum propius ſpeculo, quam punctum foci, radiat reflexè per lineas divergentes, quare radii D B, EC, erunt divergentes; ergo producti concurrent ad partes F. Quare eodem modo afficientur oculi, ac ſi objectum eſſet in puncto F, & (*per 31. hujus*) imago objecti A erit in puncto F; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Cùm imago eſt extra ſpeculum, major eſt diſtantia imaginis à ſpeculo, quam objecti ab eodem ſpeculo.

Vide figuram præcedentem.

In eadem figura, dico locum imaginis F magis diſtare à ſpeculo, quam objectum A.

Demonſtratio. (*Per 6. hujus*) in ſpeculis concavis, radii reflexi minùs diſperguntur, quàm in planis; ſint ergo radii reflexi in ſpeculo concavo, nempe DE, EC, ſint autem radii qui ſpeculo plano reflecterentur DH, EG, qui eùm magis divergant ab invicem, citiùs etiam unientur. Sed radii reflexi in ſpeculis planis ita uniuntur in loco imaginis, ut tanta ſit diſtantia objecti à ſpeculo, quanta imaginis ab eodem ſpeculo; ergo radii reflexi à ſpeculo concavo, tardiùs uniendi, ita concurrent in loco imaginis, ut major ſit diſtantia imaginis à ſpeculo, quam objecti ab eodem ſpeculo; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Objectum vicinius ſpeculo, imaginem ultra ſpeculum apparentem viciniorem habet.

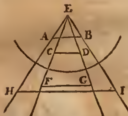
Objectum vicinius ſpeculo (volo autem ut minus quarta parte diametri ab eo diſtet) radios remittit magis divergentes, ut facilè ſequitur (*ex prop. 16.*) ſed radii magis divergentes citiùs uniuntur, punctum autem concurſûs eſt locus imaginis; igitur objectum vicinius ſpeculo, imaginem ultra ſpeculum apparentem viciniorem habet.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Objectum cujus imago ultra ſpeculum eſt, quò magis à ſpeculo removebitur; eò majus apparebit; modò ſit intra ſpeculum, & centrum.

Sit objectum AB, æquale objecto C D, & in ſimili ſitu, ſintque inter centrum ſpeculi &



ejus ſuperficiem poſita, & objectum A B ſit remotius à centro; dico objectum AB majus apparere. Ducantur enim ex centro ſpeculi E, per puncta extrema AB, CD, catheti incidentiæ EA, EB, EC, ED; & quia AB, CD ſupponuntur parallelæ, & AB vicinior centro, erit angulus A E B major angulo C E D. Si enim eſſet æqualis angulus, cum CE, DE ſupponantur majores lineis AE, EB (*per 4.6.*) eſſet CD major quam AB; contra ſuppoſitionem.

Demonſtratio. (*Per 33. hujus*) locus imaginis, puncti C eſt in linea EC. Sit in puncto F, locus imaginis puncti D ſit in G; igitur tota imago erit FG, pariter locus imaginis puncti A eſt in catheto EA, & locus imaginis puncti B eſt in catheto EB, & (*per 36. hujus*) objectum C vicinius ſpeculo imaginem viciniorem habet. Igitur ſit punctum H imago objecti A, & I imago objecti B, eruntque EH. EI, majores quam EF, EG. Cum ergo latera EH, EI majora ſint quam EF, EG, item angulus HEI major ſit quam FEG, clarum eſt baſin H I ſeu imaginem objecti A B, majorem eſſe quam F G imaginem objecti C D, quod erat demonſtrandum.

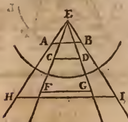
PROPO

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Objecti cujus imago ultra speculum apparet, & positi inter centrum & speculum partes dextra sinistra apparent.

Dum dico partes dextras apparere sinistras, hoc in eodem sensu intelligendum est, in quo similem



propositionem explicuimus in speculis planis, & convexis; nempe quod si CD esset vultus hominis, & C oculus dexter, D sinister, videret suum oculum dextrum in F, & oculum D in G, ita ut si FG imago sumatur quasi alter homo, F imago oculi dextri, sit ejus oculus sinister, propter conversionem quam habent ad invicem, unde quæ sunt in superiori loco in superiori loco videntur.

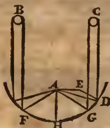
Quâ explicatione positâ patet facilè propositio; nam (*per* 32. *hujus*) imago objecti C erit in F, & objecti D erit in G, ex eadem nempè parte, sed hoc est dextra apparere sinistra, igitur in speculis concavis quoties imago est ultra speculum, & objectum inter centrum, & superficiem speculi, dextra appareat sinistra, quòd erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Objecti in puncto foci positi imago est confusa, vixque ullus assignari potest illius locus.

Sit objectum in puncto foci A, oculi B & C, dico dari confusionem, nec assignari posse proprium imaginis locum.



Demonstratio. Objecti in puncto foci positi, ra-

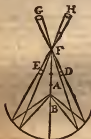
dii reflexi sunt paralleli, sed radii paralleli in eundem oculum incidentes non benè uniuntur, nisi sit aliqua in oculo depravatio: nullus enim est oculus qui perfectè uniat radios perfectè parallelos, nempè ab objecto, ut ita dicam infinitè distante prodeuntes, ergo erit confusio. Secundò nullus proprius locus assignabitur, eò quòd oculus B, videat objectum A per radium BF, & oculus C per radium CG, qui nec uniuntur inter se, nec cum catheto incidentiæ AH, atque adeo tunc ipsa superficies speculi pro loco imaginis assignatur. Quod si objectum non consideretur per modum unius, sed habeat aliquam magnitudinem; ut si detur linea A E, sitque E D, cathetus incidentiæ puncti E, qui radii omnes reflexi ad objectum E pertinentes, sunt paralleli radio ED, adhuc dextra sinistra apparebunt in sensu superioris propositionis.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Objectum inter focum, & centrum speculi positi, sicut & in centro existentis, imago est confusa, respectu oculi ante concursum radiorum positi.

Sit objectum A, inter focum & centrum, positum, sintque oculi E & D, ante concursum



radiorum reflexorum, dico objectum A, visum iri confusè.

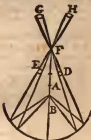
Demonstrat. Quotiescúmque objectum positum est inter centrum & focum, radii reflexi uniuntur cum axe (*per* 17. *hujus*) uniantur ergo in puncto F, clarum est quod si oculi sint E & D, excipient radios non quasi ab eodem puncto venientes, sed quasi à diversis. Nullus autem est oculus qui radios hoc modo procedentes unire possit in idem retinæ punctum; igitur erit confusio; nec ullus assignari poterit locus imaginis, sed quilibet oculus suam videbit valdè confusam. Major adhuc esset, si objectum esset in centro; tunc enim ab oculo extra hoc punctum posito, nullo modo videri posset.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Objecti inter focum & centrum positi, imago est ante speculum, magis distans à speculo quam centrum.

Sit in superiori figura, objectum A, inter focum B & centrum C positum, cujus radii reflexi (*per 17.hujus*) uniantur in puncto F, & post unionem ulterius producantur, ita ut occurrant in oculos G & H; dico locum imaginis objecti A, esse in puncto F.



Demonstratio. (*Per 32.& 33.*) locus imaginis est in concursu radii reflexi, & catheti incidentiæ, hic autem concursus est in puncto F; igitur in puncto F est locus imaginis. Vel oculi G & H eodem modo afficiuntur reflexè ab objecto A, ac afficerentur directè ab objecto existente in puncto F, nempè per radios FG, FH; sed si hoc modo afficerentur ab objecto existente in puncto F, illud viderent esse in puncto F; igitur locus in quo videbitur objectum A, reflexè ab oculis G & H, erit F, seu punctum F est locus imaginis, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

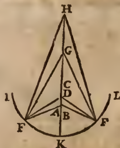
Quò objectum inter centrum, & focum positum, erit vicinius foco, eò imago erit remotior à speculo.

Sit objectum A vicinius foco B, quam objectum D, sitque utrúmque inter focum B, & centrum D, sitque (*per 17.hujus*) imago objecti D in G; dico imaginem objecti A, esse ultra G, verbi gratiâ in H.

Demonstratio. Sint radii incidentes à puncto D ad speculum DE, DF, & reflexi EG, FG, item radii incidentiæ AE, AF, cum anguli incidentiæ AEK, AFK, minores sint angulis incidentiæ DEK, DFK, & hi æquales sint angulis reflexionis sibi correspondentibus GEI, GFL, item debeant anguli reflexionis correspondentes angulis incidentiæ AEK, AFK, illis esse æquales (*per suppositionem* a.) debebunt minores esse anguli GEI, GFL, quales sunt HGI, HFL, ergo locus imaginis erit ultra G; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Inde fit ut si baculum moveas versus focum



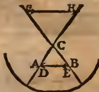
imago ejus movebitur contra te, seu contrario motu.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Objectum totale inter focum, & centrum positum, habet imaginem ante speculi centrum apparentem, eversam quoad situm.

Sit objectum A B inter centrum C, & duo puncta focorum D & E, (nam in qualibet diametro unum assignari potest punctum foci;) dico imaginem objecti AB, apparentem ante centrum verbi gratia in GH, ita se habere ut sit eversa quo ad situm.



Demonstr. Ducantur enim per centrum C, ex punctis A & B diametri BC, AC, (*per 17.hujus*) radii reflexi puncti objectivi A, unientur in diametro AC ante centrum; uniantur ergo in puncto H; item radii reflexi puncti B unientur in diametro BC, verbi gratia in puncto G. (*sed per 40.hujus*) locus imaginis erit in puncto concursûs respectu oculorum ulteriùs positorum; igitur eversus erit situs imaginis non tantum in sensu posito supra, sed verè, & propriè.

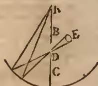
PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Objectum magis distans à superficie concava, quam centrum speculi, imaginem habet inter centrum & focum respectu oculi magis distantis à speculo, quàm imago.

Sit objectum A, positum ultra centrum B, speculi

culi concavi sitque punctum foci C, dico quod imago objecti A erit inter B & C, verbi gratia in puncto D, respectu oculi magis distantis à speculo quam punctum D, sit enim oculus E.



Demonstr. (*Per coroll.13.*) objectum A radiat reflexè per radios concurrentes cum axe in puncto D, positum inter focum C, & centrum B; post eam autem radiorum unionem, rursus radii dispergentur. Si ergo incurrant in oculum E, eodem modo oculus afficietur ac si objectum esset in puncto D, ergo (*per 32.hujus*) objectum A apparet in D; quod erat demonstrandum.

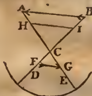
Ex quo sequitur quod quantumvis removeatur objectum ultra centrum mathematicè loquendo, imago semper quidem vicinior erit puncto foci, nunquam tamen cum illo coincidet, quia nunquam radii incidentiæ illius objecti erunt inter se paralleli, quod necessarium esset, ut reflecterentur omnes in punctum foci.

PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Objectum totale remotius à speculo, quàm ejus centrum, habet imaginem quoad situm eversam respectu oculi magis distantis à speculo, quàm imago ab eodem distet.

Sit objectum totale AB, magis remotum à speculo quam centrum illius C, ducantur diametri AC,BC, (*per præcedentem*) locus imaginis puncti



A, erit inter centrum C, & punctum foci E: sit punctum G; pariter locus imaginis puncti B erit F, igitur eversus erit situs objecti totalis AB,quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Objectum totale magis remotum à centro speculi, quam punctum foci, habet imaginem se minorem.

In eadem figura sit objectum totale AB, magis remotum à centro C, quam punctum foci D, aut E, dico ejus imaginem eo minorem esse.

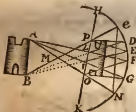
Demonstr. Cum enim anguli ACB, FCG, ad verticem oppositi sint æquales, & latera AC,BC, majora sint lateribus CF, CG, basis AB major erit basi FG. Si enim abscindantur CH, CI æquales lineis CF, CG, (*per 4.1.*) erunt bases HI, FG æquales. Linea autem AB, major est quam linea HI, ergo & major quam linea FG, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Objectorum imagines per reflexionem ad speculum concavum in charta distinctissimè depinguntur, in loco præcipuè obscuro.

Locuti fumus in suppositionibus requisitis ad intelligentiam potentiæ visivæ, de illo satis celebri phænomeno, in cubiculo undique clauso, apparente, nempè cum objecta foris posita per foramen lente convexâ instructum in oppositam chartam radiarent. Explicuimúsque causas illius, quod nempè lumen à singulis objecti partibus emissum, in idem punctum chartæ colligeretur, ideóque majorem vim ad proprios colores exhibendos haberet. Quod ibi supposuimus circa lentem convexam, id modò explicamus ex instituto de speculo concavo, nam in genere dicere possumus, quidquid accidit lenti convexæ; id etiam proprium esse speculi concavi, quod ita ostendo. Ut appareat in charta imago objectorum foris positorum, debent plurimi radii ad idem objectum pertinentes uniri. Sit ergo objectum AB, in satis



magna distantia, ita ut radii ab eadem ejus parte ad diversa speculi puncta ducti, non multùm discrepent à parallelis. Sit fenestra linea HK, in qua foramen unius aut alterius digiti IL, & speculum distet à plano fenestræ ligneæ dealbatæ interius, dimidiâ parte semidiametri. Sitque centrum speculi M. Intelligatur per centrum M duci linea AMN, item per foramen intelligantur radii ALF, AIG, qui cum ut supposuimus sint physicè paralleli, unientur in puncto foci, existente in diametro AMN, hoc autem erit punctum O; supposuimus enim planum fenestræ ligneæ, distare à speculo ad distantiam foci. Pariter ostendam radios BLD, BIE, reflecti in punctum P, quare in superficie fenestræ HK, exprimentur imagines objectorum foris positorum; quod ostendendum erat.

COROLLARIUM I.

Imago objectorum eversa erit, cum enim punctum B uniat radios in puncto P, & punctum A in puncto O, necessariò evertitur situs imaginis; sequitur item moto objecto moveri ejus imaginem.

COROLLARIUM II.

Quò speculum erit majoris sphæræ segmentum, eò imago major erit, quò enim speculum ad majorem sphæram pertinebit, eò etiam semidiametrum & quartam partem ejus magis distantem habebit: sed quò major erit distantia focorum à centro, seu punctorum in quibus uniuntur radii, eò cæteris paribus major erit imago: ergo quò speculum erit majoris sphæræ segmentum major erit imago. Ex quo concludes nullum esse defectum in speculo concavo, quod ad aliquos passus solis radios uniat, etiamsi præcisè in eodem puncto omnes radii non uniantur, sed punctum foci aliquam habeat magnitudinem. Cùm enim debeat tam benè imago solis depingi, quàm in superiori figura, imago objecti A B; & supponatur speculum majoris sphæræ segmentum, major etiam erit solis imago.

COROLLARIUM III.

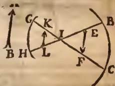
Satiùs est uti lente convexâ, quam speculo concavo, ut exhibeantur rerum imagines in cubiculo clauso, quia imagines rerum spatium occupabunt minus ipso speculo, ideóque, vel paucæ imagines exhibentur vel speculum erit magnum.

PROPOSITIO L.

Problema.

Duobus speculis concavis, objectorum imagines erigere.

Sit objectum AB, cujus imago erigenda sit, ope duorum speculorum concavorum. Sit speculum



CB, quod (*per 47. hujus*) imaginem objecti AB, satis difficilè exhibeat in E F. Si nempè sponeretur charta, sed hæc charta non applicetur; sit aliud speculum GH, cujus centrum I sit ultra E F, dico dari inter GH, & centrum I, aliquod punctum in radio reflexo CFI, in quo omnes radii à puncto A, post duplicem reflexionem uniuntur, & pariter dari aliquod punctum in linea EIH inter centrum I, & punctum H, in quo uniuntur post duplicem reflexionem radii à puncto B emissi.

Demonstratio. Cum omnes radii puncti objectivi A, uniantur in puncto F, per reflexionem ad speculum BC factam, post eam unionem rursus separabuntur, & incident in speculum FG, quasi objectum esset in puncto F, sed objecti existentis in puncto F, (*per coroll. 17. hujus*) radii per reflexionem uniuntur inter centrum I, & focum, hoc est in linea GI. Sit illud punctum K. Pariter ostendam omnes radios puncti objectivi B, uniri in aliquo puncto diametri I H, verbi gratia in puncto L, ergo objectorum imagines duobus speculis concavis erigi possunt, quod erat demonstrandum.

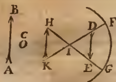
Ut verum tamen fatear, hæc potiùs speculativa sunt, quàm practica; eò quòd sit satis difficile, ita omnia componere, ut sit satis obscuritatis in cubiculo, & charta quæ in KL deberet imaginem excipere, non intercipiat omnes radios ab objecto emissos, unde hæc propositio speculativa est, non practica.

PROPOSITIO LI.

Problema.

Imagines objectorum in cubiculo clauso, inversò situ exhibitas speculo concavo erigere.

Hæc propositio ad praxin revocari potest. Instruatur ergo, lente convexâ foramen cubiculi clausi, ita ut in certa distantia rerum imagines everso situ exhibeantur. Exhibentur autem imagines in eo puncto in quo radii componentes penicillos, seu pertinentes ad eamdem objecti partem, perfectissimè uniuntur. Sit ergo objectum

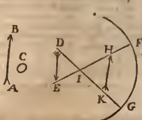


AB, lens convexa C, locus imaginis DE, Ita ut omnes radii pertinentes ad A, uniantur in puncto D, qui autem prodeunt à puncto B, uniantur in puncto E. Hi autem radii post unionem in punctis D & E, factam, rursus separantur ab invicem, ideóque eodem modo propagantur ac si objectum re vera esset in punctis D & E. Applicetur primò ita speculum FG, ut imago DE inveniatur inter centrum speculi I, & focum ejusdem; dico quòd omnes radii puncti A, unientur in aliquo puncto lineæ DIK, & hoc ultra centrum ut in puncto K, & omnes radii pertinentes ad punctum B, unientur in puncto H.

Demonstratio. Vi lentis convexæ C, ut suppono omnes radii puncti A uniuntur in D, & post eam unionem ulterius propagantur, & eodem modo incidunt in speculum F G, ac si objectum esset in puncto D. Punctum autem D, ex constructione, est inter centrum & focum; ergo (*per 17. hujus*) radii à puncto D, in speculum incidentes, uniuntur ultra centrum I in diametro D I K. Ita ostendam radios à puncto B, uniri in puncto H; ergo restituitur imago in situm connaturalem, quem obtinet objectum.

Potest alio modo speculum constitui, nempè ut ejus centrum I inveniatur inter imaginem inversam D E, & speculum; tunc enim radii à puncto D emissi unientur in puncto K, (*per coroll. 17.*)

corol. 17.) & qui post unionem in puncto E, & propagantur ad speculum usque, unientur in puncto H, atque ita rursus imago obtinet situm connaturalem objecti. Quod faciendum erat.



PROPOSITIO LII.

Theorema.

Presbyta uti non potest speculo concavo, nisi ad distinguenda objecta, quæ sunt circa focum.

Hæc propositio primò constat experientia Nam presbytæ non egent perspiciliis ad videnda objecta maxime dissita, sed tantum ad viciniora; eò quòd radii ab objecto viciniori in oculum incidentes, nimis divergant, quàm ut vi crystallini in retina unientur; & ad hoc utuntur perspiciliis convexis: radios autem ab objecto remotiore procedentes, crystallinus humor satis exactè unit; sunt enim ferè paralleli, sed objecti in foco speculi concavi positi, radii remittuntur paralleli, igitur ope speculi concavi presbyta hujusmodi objecta distinguet. Si verò objectum sit inter focum, & speculum, radij remittentur divergentes, quasi à puncto ultra speculum posito, quod punctum si longiùs distet à speculo, adhuc à presbyta distinguetur. Si verò sit vicinius non distinguetur. Supponimus enim vitium presbytæ in eo positum esse, ut objecta vicina non distinguat; ergo neque illa quæ per reflexionem remittent radios quasi ex puncto vicino divergentes.

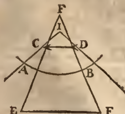
Denique si objectum longius distet à speculo quàm focus, radij remittentur convergentes. Ij autem tantum, radios convergentes unient qui crystallinum ferè planum habent. Myopes vix uti possunt speculo concavo, quia cum sine adjumento optimè distinguant objecta vicina, quorum radii sunt divergentes, ea tantum distinguere poterunt per reflexionem speculi concavi, quæ inter speculum & focum sunt posita, quæ sine speculo jam satis distinguerent. Quare speculo concavo non utuntur, nisi sphæræ minimæ, ad modum microscopij.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Speculum concavum, sphæra minima segmentum, res parvas amplificat, seu microscopium est.

Sit speculum AB, objectum CD inter focum & speculum positum, cujus imago virtualis EF, hæc major erit objecto CD, ut jam ostendimus.



& satis per se patet. Si verò speculum AB esset minoris sphæræ, centrum ejus vicinius esset. Ponatur esse in puncto I, clarum est quod cum objectum CD, possit esse vicinius centro I, quàm centro F, absque eò quòd in utroque casu attingat focum; quò autem vicinius erit centro, eò catheti incidentiæ determinantes magnitudinem imaginis majorem angulum comprehendent. Poterit speculum concavum tam parvæ sphæræ esse segmentum ut objectum sit valdè vicinum centro, & consequenter ut maximè amplificetur imago objectorum minutorum; ergo microscopium in speculo concavo habemus. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LIV.

Theorema.

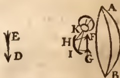
Telescopium ex duobus speculis concavis componi re, quo objectum inversum videbitur.

Primò quidem in genere hæc propositio suaderi poterit, quod jam constet experientia, duabus lentibus convexis telescopium constitui posse, quo quidem inversum appareat objectum, ideoque solis spectandis syderibus aptissimum. Proprium autem est lentis convexæ radios ab eodem objecti puncto prodeuntes in unum colligere, quod cum de speculis etiam concavis demonstraverimus, jam possibilitas talis telescopij sufficienter probata videretur: ut tamen sincerè dicam neque hoc telescopium commodum esse potest, nec exquisitum. Non primum; quia duo specula ita aptare ut duplici reflexione radii à determinato objecto ad oculum usque perveniant non est ita facile. Neque etiam secundum, quia difficilius est habere specula concava exquisita, quam lentes convexas. Vel enim specula erunt metallica, & hæc polituram non habent quæ cum vitri elaborati perspicuitate comparari possit; vel erunt vitrea, & in iis duplex reflexio, & folij stannei applicatio multùm detrahent de illa perfectione quæ in telescopiis requiritur. Quidquid tamen sit saltem doctrinæ causa id proponere volui.

Ad Perfectionem telescopij cujuscumque tria requiruntur nempe. Primò ut objectum ostendat magnum. Secundò distinctum. Tertiò cum magno lumine, hoc est ut objectum fortiter potentiam visivam moveat. Primum præstat quoties penicillos, ita distrahit ab invicem, ut magnam retinæ partem occupent. Secundum efficit si præcisè radios ad idem objectum pertinentes in

eadem retinæ parte uniat. Ultimum tandem exequitur si plurimos radios singulorum objectorum colligat. Quæ tria nonnunquam sibi adversantur, possumus enim penicillos distrahere quantum volumus; sed tunc periculum est ne radij componentes penicillos ab invicem etiam separentur; & ad diversas retinæ partes appellant. Denique ut multùm luminis habeamus lentes magnæ, & amplæ adhibendæ sunt, quò autem majores sunt, eò minus perfectè uniunt radios. Ostendam enim suo loco, in sphæricis lentibus radios remotiores ab axe, non in eodem prorsus puncto axis uniri, in quo minùs remoti uniuntur. Sed ad rem veniamus.

Sit speculum concavum maximæ sphæræ segmentum, facilè autem habebitur magnitudo. Si enim velis telescopium unius pedis, sit diameter sphæræ quatuor pedum. In lentibus convexis elaboratis ex una tantum parte, hoc est plano convexis, aliæ mensuræ observandæ sunt. Nempe si debeat telescopium esse unius, convexitas pertineat ad sphæram cujus diameter unius pedis circiter. Si verò lens sit convexo-convexa, ut sit telescopium unius pedis; debeat utráque convexitas pertinere ad sphæram cujus diameter duorum pedum. Ratio est quia lentes ad tantam distantiam radios parallelos uniunt; sed specula ut ostendimus circa quartam partem diametri radios parallelos colligunt. Sit igitur speculum



AB cujus centrum H, imaginem objecti DE; exhibens inversam in punctis FG, hoc est uniens puncti D radios in puncto F, & puncti E, in G. Ita ut post eam unionem radii eodem modo propagentur, ac si objectum esset in F, G. Sumatur aliud speculum minoris sphæræ segmentum; ut verbi gratiâ sit segmentum sphæræ quatuor digitorum; ita ut uniat radios ad distantiam unius digiti, sitque illud HI, & oculus K, sitque speculum HI, ita dispositum, ut EG, nempe prior unio radiorum, sit illi vicinior quam focus, dico objectum ED, visum iri ab oculo K, & majus quam directè appareret, & inversum.

Demonstratio. Objecti ED omnes radii colliguntur in FG, ita ut eodem modo radier post eam unionem, ac si re vera esset in FG; (*per* 47. *hujus*) sed si objectum esset in FG, & distantia imaginis à speculo HI sit minor, distantia foci (*per* 51. *hujus*) amplificabitur objectum FG, seu ED; ergo jam habemus quod augeatur objectum, & quò HI, erit minoris sphæræ segmentum, eo majus erit illud augmentum. Quod verò objectum ED appareat inversum ita ostendo. Objectum ED ita radiat reflexè ad oculum K, ac si esset in FG; sed si esset in FG, eo modo quo supposuimus dextra, apparerent sinistra, ut explicuimus (*prop.* 38.) hoc est videretur in eodem situ in quo est FG, sed FG habet situm eversum; ergo objectum ED inversum apparet.

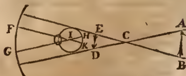
Fateor quidem hujusmodi telescopia id habere incommodi, quod cum maxima difficultate collocari possit oculus, ita ut non impediat alterutram reflexionem. Hoc autem proposui tantum doctrinæ gratia. Posset item loco secundi speculi apponi lens convexa, sed de lentibus dicemus in dioptrica.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Oculus inter focum, & speculum concavum positus, objecta remota videt erecto situ.

Sit objectum AB remotum, sitque speculum FG, cujus centrum C, ita ut omnes radij puncti



A, uniri debeant reflexè in puncto D, sicut omnes radii puncti B, in puncto E uniri debeant. Interponatur oculus cujus centrum I. Dico objectum AB, videndum erecto situ ab oculo I. Intelligantur ex punctis E & D, per centrum I ducti radii DIF, EIG.

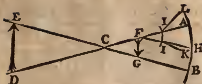
Demonstratio. Si oculus sublatus esset, radius FID pertineret ad punctum objectivum A, uniretur que cum diametro ACD in puncto D; ergo ibi collocato oculo ad eandem objecti partem A pertinet. Transit autem per centrum oculi, ideoque aut nullam aut modicam patitur refractionem, & alii radii ad illum accedent, ideoque imago puncti A erit in K. Eodem modo ostendam imaginem partis objectivæ B, esse in H Quare cum imago superior H repræsentet objectum B, in contrario situ, (ut ostendimus cum de visione directa) ostendet illud esse in loco inferiori. Pariter imago K, inferior repræsentat objectum A, esse in loco superiori; ergo objectum, AB, apparet erecto situ. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LIV.

Problema.

Telescopium ex speculis concavo, & convexo componere, in quo objecta videantur erecto situ.

Sit speculum AB, majoris sphæræ segmentum, cujus centrum C, quod objecti DE imaginem distinctam exhibere deberet in FG, ita ut si oculus esset ante FG, (*per præcedentem*) videret reflexè objectum DE erecto situ. Inter FG & AB ponatur speculum convexum, exiguæ sphæræ segmentum. Et primò quia speculum convexum, non immutat situm objecti, ut vidimus; sed eodem modo exhibet objectum, quoad situm, ac si oculus esset



esset in loco speculi ut vidimus; oculus autem videret illud erecto situ, etiam reflexè in eo speculo convexo, objectum erectum videbitur. Quia autem speculum convexum magis dispergit radios reflexos quam sint radii incidentes, præcipuè eos, qui ita incidunt, ut unirentur tantum post centrum ipsius speculi, inde fiet ut radij AF, HF, pertineantes ad eandem partem objecti verbi gratiâ ad partem D, & qui uniri debuissent in puncto F, addito speculo convexo I I, cujus centrum sit inter F & I I, non ampliùs convergant, sed remittantur aut paralleli, aut divergentes quales sunt radij IL, IK. Sed radios divergentes exceptos pupillâ, benè unire potest crystallinus, in retina; ergo aliquod convexum speculum adhiberi poterit, ut & distinctè videatur objectum, erecto situ, & majus. Nam ostendimus quæ videntur in speculo concavo, ante concursum radiorum majora videri; igitur invenitur id totum quod requiritur ad telescopium.

DE CONCAVIS CYLINDRICIS, & conicis.

PROPOSITIÒ LVII.

Theorema.

Oculo existente in superficie, aut intra superficiem speculi cylindrici, aut conici, à quolibet puncto speculi potest fieri aliqua reflexio.

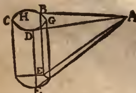
Hæc propositio per se nota est, cùm enim à quolibet puncto speculi concavi, tam cylindrici, quàm conici ad quodlibet punctum superficiei, in quo supponitur oculus, & multò magis, ad quodlibet punctum intra ejus superficiem existens, possit duci linea; poterit à quocumque puncto superficiei concavæ prædicti speculi, ad oculum aliquis radius reflexus pervenire, modò reliquæ partes speculi, non impediant radium incidentiæ, ut non impediunt.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Oculo existente extra speculum concavum cylindricum, potest fieri reflexio ad illum à plusquam dimidia parte superficiei.

Sit oculus A, extra superficiem cylindri, aut coni, & in eodem plano, cum circulo BCD, ducanturque ex A ad circulum BCD, duæ tangentes AB, AD, & per B & D, ducantur duæ lineæ parallelæ axi, ita ut intelligantur duæ superficies ADF, ABE cylindrum, aut conum contingere secundùm lineas BE, DF; dico quòd à quolibet puncto superficiei concavæ BCF; poterit fieri reflexio ad visum A.



Hoc est si resecetur pars BEFD, ex reliquis omnibus punctis, duci poterit recta linea ad oculum A.

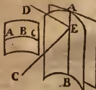
Demonstratio. Sit enim punctum quodcumque H. Cum superficies ABE, tangat cylindrum aut conum secundùm lineam BE, post illum contactum erit tota extra superficiem cylindri, ergo punctum H superficiei cylindri est intra superficiem ABE; ergo poterit duci linea HA, fine ullo impedimento. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LIX.

Theorema.

Si linea parallela axi, sit communis sectio plani reflexionis, & superficiei concava cylindri, aut coni ab uno puncto objecti, unicus tantum radius reflexus ad oculum perveniet.

Sit linea AB, axi cylindri parallela, communis sectio superficiei cylindricæ aut conicæ, & plani reflexionis; dico ab objecto C ad oculum D, unicum tantum radium reflexum ED pervenire posse.



Demonstratio. Cylindrus secundùm longitudinem AB, imitatur specula plana, sed in speculis planis unius objecti ad unum eundemque oculum unicus tantum radius reflexus, pervenire potest; ergo idem etiam accidet in speculis conicis, & cylindricis concavis, quoties communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ, est linea axi parallela.

PROPO

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Si communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ concava sit circulus, aut alia figura curva; ab eodem objecto, ad oculum plures radij reflexi pervenire possunt.

Sit primò in cylindro communis sectio plani reflexionis & superficiei cylindricæ, circulus ABC, ita ut tam objectum, quàm oculus sint in plano circuli ABC; dico fieri posse, ut ab objecto ad oculum plures radii reflexi perveniant. Nam (*per 17. hujus*) ostendimus objectum ioter centrum circuli, & focum positum, unire radios ultra centrum, & vicissim. Hoc est si objectum sit ultra centrum, uniet radios, in aliquo puncto loter punctum & focum, & hoc requiritur ut objectum, & oculus sint in eadem diametro illius circuli, quod si non fuerint in eadem diametro, unios puncti objecti unicus tantum radius perveniet.

Si verò communis sectio plaoi reflexivi, & cylindri, aut etiam coni, fuerit Ellypsis, ea quæ de Ellypsi dicta sunt revocanda suot. Nempe si objectum in uno puncto foci fuerit ab omnibus ejusdem Ellypsis partibus ad oculum in alio foco positum, radios reflectendos esse.

PROPOSITIO LXI.

Theorema.

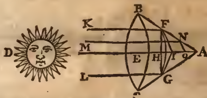
Si speculum cylindricum concavum ita soli opponatur, ut radius solaris sit ad axem rectus, omnes radii colligentur in linea axi parallela, & ab ea distante quarta parte diametri.

Si speculum cylindricum modo prædicto soli opponatur, quia radii solares sunt physicè paralleli, intellectis circulis sibi parallelis, & ad axem rectis, in singulis eorum (*per 15. huius*) radii solares in quarta diametri parte unientur; ergo onientur omnes in linea axi parallela. Hoc est focus non erit punctum aliquod, sed linea integra. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LXII.

Theorema.

Si conus ita soli opponatur, ut radius solaris cum axe coincidat; omnes radii solares in axe unientur.



Sit conus ABC, ita soli D oppositus, ut axis AD directè solem respiciat; dico omnes radios solares uniendos in aae AE. Hoc est incidentes io eundem circulum aai parallelum, uniri in eodem puncto axis. Loquor autem de conis rectis. Sint enim duo radii FK, LG, incidentes in eundem circulum basi parallelum, & consequenter ad cujus planum axis AH rectus sit. Quare in triangulis AHF, AHG, cum latus AH sit commune HG, HE æqualia, & anguli ad H, recti erunt (*per 4. 1.*) reliqua æqoalia Ut anguli AFH, AGH, pariter anguli KFH, LGH sunt æquales; cum radii KF, LG supponantur paralleli aai qui rectus est ad planum circuli FG; ergo reliqui anguli KFB, LGC æquales erunt, quibus respondent anguli reflexionis AGI, AFI. Denique in triangulis AGI, AFI cum angulo AGI, AFI, item IAG, IAF sint æquales, & latera AG, AF æqualia, erunt (*per 26. 1.*) reliqua æqualia; ergo latus AI erit utrique commune. Ergo omnes radii incidentes in circumferentiam ejusdem circuli, unientur in eodem puncto I.

Si verò sit alius radius MN, ineidens in alium circulum, cum radii KF, MN sint paralleli, radii etiam reflexi FI, NO paralleli erunt. Atque adeo erit aliud punctum in axe in quo iocidet radius NO.

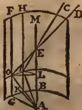
COROLLARIUM.

Ex hoc colliges nec cylindro, nec cono ad solem exposito, ignem generari posse. Cum unius tantum circuli radii in uno puncto uniaotur.

PROPOSITIO LXIII.

Theorema.

Si obiectum sit in axe cylindri, videbitur ab oculo in altiori loco posito, in alio puncto eiusdem axis.



Sit obiectum A in axe AB, sitque oculus in C, aut ut meliùs possit ferri judicium de loco objecti,

cti, fiat oculi C & D, æque alti, immo & æqualiter ab axe remoti. Dico objectum A, appariturum in axe cylindri in alio puncto, ut in puncto E.



Intelligantur enim plana per oculos C & D, & axem ducta, quorum communis sectio cum cylindro sunt lineæ longitudinis FO, HI, in iis autem lineis fiet reflexio. Sit punctum reflexionis O, sitque radius reflexus OED, qui necessariò attinget axem in puncto E. Sit in eodem circulo OI punctum i, in quo illum secat linea longitudinis HI, sitque radius incidens Ai; dico radium reflexum esse IEC, ita ut uniantur radii reflexi OED, IEC in puncto E. Nam in plano circuli in quo est objectum A, sint puncta G & K. In triangulis AGO, AKI, cùm lineæ AG, AK sint æquales, itemque GO, KI, & anguli ad G & K recti (*per 4. 1.*) erunt anguli incidentiæ AOG, AIK æquales. Pariter ductis in plano circuli OI, lineis OL, i K ad centrum ejus, ostendam angulos EOL, EIL æquales esse, & consequenter reliquos EOF, EIH æquales esse. Sed EOF, supponitur æqualis angulo incidentiæ AOG; igitur EIH erit æqualis angulo incidentiæ AIK. Quare oculi C & D, radios objecti A excipient, quasi esset in puncto E, igitur objectum illud videbitur in puncto E.

Si verò sit aliud punctum B, ejusdem objecti, quia cylindrus secundùm longitudinem suam planus est, specula autem plana non invertunt situm objectorum; illud punctum objectivum B, videretur in alio puncto ejusdem axis supra punctum E.

COROLLARIUM I.

Ex eo deducere potes modum, quo ita disponenda sit candelæ flammâ, ut videaris illam digito tangere. Si enim flamma sit in AB, videbitur in EM. Quare si tegatur AB, ne potentiori lumine ad se oculum trahat; & digitus sit in EM, videbitur tangere flammam, cum tamen ab ea longissimè absit.

COROLLARIUM II.

Hoc etiam verissimum est in cono, & tam facilè demonstraretur, eunos enim secundùm longitudinem etiam planus est.

COROLLARIUM III.

Non tantùm ea objecta, quæ sunt in axe, hoc modo videbuntur; sed ea etiam quæ sunt inter axem, & quartam partem diametri, ut ostendimus cum de speculis concavis egimus.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

De reflexionibus in corporibus scabris.

Fieri reflexionem aliquam in corporibus scabris, & minimè politis, præcipuè verò albis, experientiá satis ostendit. Si enim paries albus radiis solaribus illustretur, ita potenter solares radios ad oculum remittit, ut vix ab oculo ferri possint. Tota quæstio potest esse an reflexionis leges in his omnibus observentur. Respondeo autem, optimè etiam in iis, hujusmodi leges locum habere, nempe ut ad angulos incidentiæ & reflexionis æquales, lumen ab iis remittatur. Neque mirum videri debet, si in omnem partem reflectatur, cum enim nulla sit pars sensibilis, quæ innumeris non constet planis, licet oculus ea distinguere, eorúmque variam inclinationem animadvertere nôn possit, in singulis observator æqualitas angulorum; licèt in totali superficie sensibili, ex iis omnibus easlescente, deficere videatur. Immò ut jam dixi supra, ex variâ corporum texturâ, varios colores oriri non improbabiliter nonnulli existimant, certum est enim, unum colorem, magis oculos afficere, quam alium; ita volunt albedinem ex variis sphærulis contextam esse, quæ ideo aptissima sit, ad radios solares, in orbem remittendos; nigredo vero lacunis ferè continuis constet, unde radios ebibit, non remittit, ex quo fit ut alba, difficilius incendantur speculo usturio, nigra verò facillimè.

PROPOSITIO LXV.

Theorema.

Lunare corpus politum non est; sed scabrum.

Invaluerat olim illa opinio, lunam ad modum speculi tersam esse; ideoque aptissimam ad radios solares, in terras remittendos. Optimè tamen ostendit Galilæus ratione facili, eam inæqualitatibus constare, & scabritiem habere. Quæ ut intelligatur supponendum est, Lunam non tantum rotundam esse, sed sphæricam, quod ex ejus phasibus continuoque incremento, & decremento facilè demonstrari potest; quo supposito ita argumentor. Si luna lævis esset & polita, esset speculum convexum, & consequenter proprietates convexorum haberet. Una autem ex proprietatibus convexorum, est ut non à qualibet sui parte, ejusdem objecti radios, ad eundem oculum reflectant; sed ab una, & determinata parte. Addo quod imago objecti in eis multò minor videatur; igitur si luna esset speculum convexum, solis imago in ea videretur, sed valde parva, cæteræ autem partes, quæ licèt illuminatæ essent à sole, ad oculum tamen radios non remitterent, nigri coloris viderentur. Quæ omnia cum experientiis repugnent, eisdem assertio contraria est. Asperitates igitur habet Luna, immo montes terrestribus longè majores; ut in astronomia satis facilè demonstratur.

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

An in reflexionibus corporum non levium proportio decrescentis luminis sit in duplicata ratione distantiarum luminosi, an verò corporis reflectentis.





Hæc propositio est valdè utilis,ad explicandum præcipuè caloris circa terram circumfusi decrementum, ita sensibile ut licet in terra sit nonnunquam calor intensissimus, sit tamen ad duo aut tria milliaria à terra, frigus summum; ex quo fit ut judicium feratur de temperamento alicujus regionis necesse esse, ut non tantum latitudinis, & elevationis poli habeatur ratio; sed præcipuè distantiæ à terra. Ita videmus Pyreneos montes, minorem latitudinem habentes quam sit latitudo Galliæ; minorem tamen calorem experiri, ita in Africa montes aliqui frigidissimi sunt, ita in nonnullis regionibus in Zona torrida positis, non invenitur calor maturandis racemis idoneus.Quod si haberetur tantum ratio distantiæ solis à nobis, aut à cacumine montium;cum in tanta solis elongatione, hæc differentia nullius sit momenti, neque sensibilis differentia, inter temperamentum vallium, & montium deberet intercedere. Quare assero si radium directum spectemus non multò majorem in montibus, quam in vallibus calorem vigere. Si verò radium reflexum consideremus, præcipuè eum qui à corporibus scabris remittitur, lumen & consequenter calorem decrescere in duplicata ratione distantiarum à corpore reflectente.

Sit enim terra AB, solis radii extremi CA, DB tangentes terram, qui propter immensam solis à terra elongationem sunt physicè paralleli. Si spectemus radium præcisè directum; tantum erit lumen in parte suprema terræ, quantum foret post terram, si nempe auferretur; cùm enim radii sint physicè paralleli, spatium inter eos interceptum non ampliatur sensibiliter,atque adeo ut jam alias ostendimus lumen quo ad intensionem decrescere non debet. Si verò spectemus radium reflexum, quia terra eum remittit in orbem ita ut crescat spatium, nam reflexè illuminatur à terra, totum spatium, ad quod à partibus terræ lumine perfusis duci potest linea recta. Nempe illuminatur totum spatium FGH, & quò magis à terra receditur eò majus fit illud spatium, & in ratione majori quam duplicata distantiarum à centro terræ; si enim à centro terræ I, intelligeretur planum duci per circulum illuminationis AB,illud planum spatium KGL, ita divideret ut fieret semper majus in ratione duplicata distantiarum à centro terræ I. Sed spatium illuminatum reflexè à terra adhuc magis crescit nempe illuminatur spatium KF,HL, igitur non recurrendum est ad distantiam solis, sed ad distantiam à terra. Quæ ratio est cur lumen solare directum, per fenestram apertam satis magnam transmissum, non decrescat sensibiliter, sitque tam intensum in pavimento, quantum prope ipsam fenestram. Si verò adhibeantur cancelli papyracei quibus dispergatur lumen, quia quò magis à fenestra receditur eò majus spatium illuminandum est, ideo jam mensura decrementi luminis desumenda non erit, penes solis à loco illuminato distantiam; sed à distantia fenestræ duplicata.

Fateor tamen non mihi omnino scrupulum eximi, eò quòd, adhuc nimis citò videatur evanescere calor ille reflexus à terra, & non observare hanc decrementi sui proportionem, duplicatam nempe à centro terræ, aut etiam majorem. Nam distantia trium milliariorum, supra diametrum terræ, quæ est trium millium trecentorum, non haberet sensibilem rationem, unde puto recurrendum esse, ad calorem in ipsa terra, utpote corpore denso melius, & potentius agentem.

Aurora & crepusculum ad hanc speciem reflexionis inordinata revocantur, sed de hac materia egimus in fine sequentis tractatus.

TRACTATUS XXIII.

DIOPTRICA

Seu de radio refracto.

IN hâc maximè materia, antiquos omnes tàm philosophos quàm mathematicos, superavimus, qui licet refractiones agnoverint, immò illius leges Albazen, & Vitello satis exquisitè tradiderint, nihil tamen quod cum perspiciliis nostris, multò minus cum telescopiis possit comparari praestiterunt. Atque adeò puto, eos qui antiquitati omnia deferunt, nihilque sanum, aut optimum putant quod in priscis autoribus non agnoverint, novis recentiorum inventis, Dioptricisque maximè facilè convinci posse: ut jam nos veteribus oculatiores fateantur. Sed hac in hujus operis decursu satis superque probabimus. Hunc tractatum in tres libros partior.

Primus erit de generalibus refractionis principiis, specillisque separatis convexis, aut cavis.

Secundus varias combinationes specillorum explicabit.

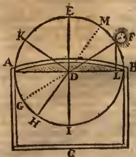
Tertius de refractionibus coloratis aget.

LIBER PRIMUS.

De Refractione & specillis separatis.

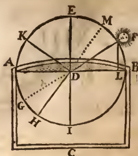
DEFINITIONES.

PRIMA. Refractio est deviatio luminis, à lineâ rectâ per quam propagari ulterius debuit, propter diversam mediorum densitatem. Hæc definitio communis est omni circa naturam luminis opinioni. Certum est enim dati radios luminis, ejusque propagationem fieri per lineas rectas, quod etiam intelligendum est, licèt lumen admittatur nullo motu locali deferri à loco in locum; sed à lucido immediatè produci in eo subjecto in quo recipitur. Certum est enim hanc luminis productionem dependere, sive tanquam à conditione, sive tanquam ab coëfficiente, ab anteriori lumine, & ipsi luminoso propiori, non quomodocumque; sed secundum lineam rectam: ita ut si sumatur totum lumen, à quo illud quod in manu mea à sole producitur, depedet, illud inquam totum lumen, lineam rectam ad solem usque protensam efficiat. Et in eo sensu intelligendus est radius luminis, nempe totum illud lumen cujus partes connexionem aliquam dependentiæ inter se obtinent. Hanc autem rectitudinem radius quilibet obtinet, quamdiu in eodem, aut simili propagatur medio, si verò in obicem incurrat resilit, aut si velis illud lumen quod ultra obicem produci debuerat, ante ipsum producitur; ut explicuimus in Catoptrica. Pariter quotiescumque radius media diversæ densitatis subit, non inceptum iter prosequitur; sed ab eo tantisper recedit, secundùm lineam aliquam, cum incidente radio, angulum obtusum comprehendentem, & hæc radii ulteriùs protensi deviatio ex medii diversitate ortum ducens, vocatur à nobis refractio. Cujus differentia à reflexione inferiùs satis patebit.



Sit ergo ABC, vas aquâ plenum, cujus sectionem exhibeo, ut melius angulos, & lineas de quibus est quæstio, oculis subjiciam. Sit illius centrum D, circa quod intelligatur circulus verticalis

ticalis AEBC, nempe ad superficiem aquæ, quæ horizontalis supponitur, rectus. Propagetur à so-



le, aut lucido quocumque F radius FD, per lineam rectam donec incurrat obliquè in superficiem aquæ. Quia aqua est etiam luminis capax, ulteriùs propagabitur lumen, non quidem in directum, secundùm lineam DG; sed secundùm lineam DH. Ita ut fiat in puncto D angulus FDH, hic angulus vocatur refractio.

Quod ut meliùs intelligatur; supponatur tota superficies vasis AB, tecta corpore opaco. Excepto puncto D, in quo sit foramen aliquod, dico nullum erit lumen in linea DG; sed quod productum fuisset secundùm lineam DG, si nulla fuisset aqua, eâ infusâ producetur secundùm lineam DH.

Talem autem dari refractionem evincunt experientiæ. Primò hæc si bene fiat, deinde quæcumque in lentibus convexis, concavis, polygonis accidunt, hoc principio nituntur.

Discrimen ejus à reflexione, satis per se patet; nam in reflexione radius, tàm incidens, quam reflexus in eodem sunt medio, angulosque faciunt incidentiæ æquales, ut si lumen per radium incidentem FD productum, continuaretur per lineam DK. At verò in refractione radii angulum comprehendentes in medio diversæ densitatis communiter inveniuntur, aut si accidat aliquando utrumque in eodem medio inveniri, non erunt anguli æquales.

2. Radius incidens, est linea recta secundùm quam in primo medio lumen propagatur ad secundum usque, ut radius FD est radius incidentiæ, secundùm quem lumen intelligitur propagari in aëre, usque ad superficiem aquæ.

Radius refractus, est linea secundùm quam lumen producitur in secundo diaphano. Qualis est linea DH.

3. Punctum refractionis illud est in quo radius incidens, & refractus angulum comprehendunt. Tale est punctum D, idem est etiam punctum incidentiæ. Eodem prorsus modo, quo diximus punctum incidentiæ, & reflexionis idem esse.

4. Axis incidentiæ est linea in primo medio, ducta ad communem utriusque diaphani superficiem recta, ut linea ED, quæ est in aëre primo diaphano, & est recta ad communem superficiem aquæ, & aëris in puncto incidentiæ.

Axis refractionis est linea in secundo diaphano ducta, quæ recta est ad communem utriusque diaphani superficiem. Talis est linea DI, quæ est ad rectos angulos ad superficiem communem aëris, & aquæ.

5. Superficies refractionis, est planum per radios incidentem, & refractum ductum. Talis superficies ostendetur inferius ad communem utriusque diaphani superficiem recta, estque superficies circuli FAH, in qua nempe inveniuntur radii FD, DH, incidens, & refractus.

Angulus incidentiæ, est angulus quem comprehendit radius incidens, cum superficie communi utriusque diaphani, angulus nempe minimus, qualis est angulus FDB, aut ducta perpendiculari FL, ad superficiem aquæ, ductaque ad punctum refractionis D rectâ LD, angulus FDL, est angulus incidentiæ.

Angulus refractus, est ille qui comprehenditur radio refracto, & axe refractionis, ut angulus HDI.

6. Angulus refractionis ille est, qui comprehenditur radio refracto, & radio incidentiæ producto, intra secundùm diaphanum; ut angulus GDH.

Angulus inclinationis diligenter notandus, est angulus quem comprehendit radius incidentiæ, cum axe incidentiæ, ut angulus FDE.

7. Refractio ad perpendicularem; est ea refractio vi cujus in secundo diaphano, radius refractus magis accedit ad axem refractionis, quam radius incidentiæ productus, ut in figura proposita, refractio GHD, est ad perpendicularem, quia radius refractus DH, magis accedit ad lineam DI, axem refractionis, seu perpendicularem ductam in secundo diaphano, quam linea DG, quæ est radius incidentiæ productus, accederet ad axem ED.

Refractio à perpendiculari ea est, quâ radius refractus magis recedit ab axe refractionis, quàm radius incidentiæ productus. Supponatur lucidum aut visibile esse intra aquam in puncto H, ita ut radius incidentiæ sit HD, qui productus in aëre esset DM, si aër sumatur pro secundo medio, DE, erit axis refractionis. Sit radius refractus DF, magis recedens à perpendiculari DE, quam radius incidentiæ productus DM. Hæc refractio est à perpendiculari. Fit autem refractio ad perpendicularem, quotiescumque radius luminis à medio rariori in densius, obliquè incidit; ut in apposito exemplo in quo lumen propagatur in aëre per lineam FD, [incidentem obliquè in superficiem diaphani, densioris, ut aquæ. Refractio autem à perpendiculari, fit quoties radius in medio densiori propagatus, incidit obliquè in superficiem diaphani rarioris. Aliquando autem accidit, ut fit mixta refractio. Hoc est ut per plura quam per duo diaphana fiat luminis obliquè incidentis propagatio, ut dum lumen ab aëre incidit in crystallum, & à crystallo rursum in aërem, est mixta seu duplex refractio, diversæ rationis. Prima enim fiet ad perpendicularem, secunda à perpendiculari.

DIGRESSIO

Physica.

De Causis physicis refractionis.

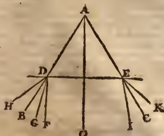
Ut ingenuè fatear quod res est, (neque enim veritatem solam inquirenti dissimulare licet) hæret mihi aqua. Neque quidquam solidi in hac materia mihi

mihi occurrit. Ne tamen aliquid intentatum relinquamus, quidquid ab aliis prolatum est, quidquid mihi in mentem venerit, in medium afferam, ut ex his quod sæpissimè accidit, aliis excogitandi occasio præbeatur.

Quærimus ergo rationem physicam refractionis, quæ haud dubiè secundum varias opiniones, varia etiam esse debet. Et primò quidem expendemus quid in opinione communi Peripateticorum, lumen esse verum accidens physicum asserentium, communiter dicatur, aut etiam dici possit, deinde quid in sententia contraria lumen esse corpus asserente pro refractione explicanda communiter afferatur, quid in eâ, quæ jam diffusæ materiæ & propagatæ, motum vehementissimum lumen esse agnoscit, dicendum sit, ut ex eorum collatione, meliùs de toto negotio, immò & de sententiarum majori probabilitate judicium feramus.

Nescio quo fato, jam ab aliquibus sæculis Peripateticorum schola ita metaphysicis commentationibus animum intendit, ut res physicas omnino negligere videatur. Tot quotidie libri prodeunt, qui entis rationis ultimos apices prosequuntur, tot qui rerum possibilium calculum inire student; effectuum verò quotidie in oculos incurrentium, naturam & causas prætereunt. Quod in hac luminis proprietate accidisse meritò mihi conqueri liceat, ut inter tot philosophorum volumina, vix unus aut alter aliquid de refractionis causa loquatur. Primus qui mihi occurrit est P. Cabæus in meteorologicis l. 3. textu 8. Supponit autem omne corpus lucidum, seu coloratum habere hanc vim à natura, ut quaquaversum producat in medio proportionato lucem, quæ lux est talis naturæ, ut luminosum sit quasi centrum, & ducantur quaquaversum radii. Licèt autem hæc diffusio luminis fiat in instāti per actionem effectivam, non per effluvium, aut motum localem; certum tamen est facilius fieri, quò medium magis proportionatum fuerit, cùm sit hæc universalis ratio omnium agentium, ut quò medium actionis est magis proportionatum, eò faciliùs agant, licèt non celeriùs. Ergo etiam luminosum eò facilius & fœliciùs lumen diffundet, quò medium est magis proportionatum, & magis habet puram rationem medii. Supponit item diaphanum magis rarum esse, & magis proportionatum lumini, quam densius. Quod quidem nullo modo probat; nam ut benè sibi objicit, opacum diaphano opponitur, non autem densum. Id tamen probare facilè possemus ex illa luminis propagatione quam suo loco explicuimus, nempè quod agens lucidum determinatum sit ad certum & determinatum numerum graduum, ita ut ideo decrescat lumen in intensione, quòd idem graduum numerus crescente spatio, pluribus partibus distribui debeat. Sed dum occurrit diaphanum densius, quod consequenter sub æqualibus dimensionibus plures partes continet, idem graduum numerus pluribus partibus distribui debet; igitur imminui debet intensio luminis; ex quo concluditur, etiam densitatem esse contrariam lumini: igitur constat ejus suppositio.

Sit igitur luminosum A, quod effundat radios circumquaque in orbem. Sumamus autem partem aliquam sphæræ activitatis, quæ sit ABC, cujus radii AB, AC, incurrant in medium densius DE; quia (inquit) mutatur dispositio subjecti, debet etiam mutari vis, & modus actionis, & quia in sphæra activitatis ita agit agens principale, ut agat cum dependentia à partibus sphæræ, quasi una pars sphæræ ageret in aliam sequentem; ubi



invenitur medium magis resistitivum, & minus aptum, se vis activa roborat, naturâ inspirante ut commodior sequatur actio. Quia autem luminosum ex sua ratione agendi, agit per lineam rectam, seu in directum, ut roboretur vis activa, debet mutari directio, & magis uniri. Si ergo perdurasset eadem medii dispositio, actio continuata fuisset per lineas DB, EC, ex resistentia verò subjecti ut partes DAE, roborent suam vim, in partes sequentes minùs aptas, utpote densiores, contrahunt actionem, & dirigunt radios magis in arctum. Nempè in GD, EI, & ita radius AD, qui rectà propagatus esset ad B, restringitur ad perpendicularem DF. Similiter si medium sit magis rarum jam facilior est actio luminosi, cum ergo partes DAE perveniant ad rariores, quia jam faciliorem inveniunt actionem, extendunt quasi sphæram, & quia modus agendi luminosi procedit radiosè in directum, ista extensio sphæræ, est per expansionem radiositatis: &, quia si durasset eadem dispositio, tota activitas fuisset comprehensa spatio BAC, cum in DE, sit major dispositio, dilatatur sphæra, & fit HDEK. Ex hoc concludit rationem cur radius perpendicularis non refringatur; cùm enim radius AO perpendicularis obtineat locum medium in hac dilatatione, aut constrictione, suum locum obtinere debet, nec apparet ulla ratio, cur potiùs in unam partem, quam in aliam concedat.

Major etiam fit refractio quò radius magis obliquè cadit; quia tunc intelligitur cum perpendiculari majorem portionem Sphæræ continere, quæ alterationem patiatur, & consequenter quæ majorem alterationem pati debeat, atque hæc sunt quæ ille de refractione disserit. Non mihi tamen satisfaciunt, non video enim eò quòd objiciatur luminoso A, vel etiam si velis, agenti totali ADE, (nam supponit lumen per medium diffusum, ad ulterioris luminis propagationem, & productionem concurrere,) non video inquam quomodo se vis activa ADE roboret, neque quid sit naturæ inspiratio, satiùs enim foret si passo densiori, & pluribus partibus constanti lumen producendum, ita distribueretur, ut quælibet ejus pars pauciores gradus acciperet. Deinde non satis perspicio à quo determinetur vis activa, ut seligat illam directionem, quæ sit aptior, ut major sequatur actio & facilior. Tertiò non invenio, quid sit agens necessarium faciliùs aut difficiliùs agere propriè loquendo; cum enim totum effectum producat quem poterit elicere, totúmque con-

tum ut ita dicam quem potest adhibeat, vix explicari potest quid sit hæc difficultas, benè quidem id intelligo in agentibus liberis, quæ cum modò majorem vim adhibere possint, modò minorem; tunc cum majori difficultate dicuntur operari, quoties ad eundem effectum producendum majorem vim adhibent; at agentia necessaria non ita, sed tantum majorem experiri dicuntur difficultatem quoties minorem produeunt effectum. Quare in hoc sensu lucidum in spatio densiori minorem producere debet effectum, atque hoc est eum producere cum majori difficultate, quare ideo fit refractio, ne tam parvus sequatur effectus in medio densiori, sed quare hoc, non explicatur satis; nec potest ex eo principio deduci ulla determinatio refractionis. Deinde ratio refractionis non satis petitur hoc modo ex obliquitate secundi diaphani, ratio enim allata vim suam obtinet quemcúmque situm obtineat hoc secundum diaphanum: neque satis benè concluditur, nisi daretur refractio multum imminueretur intensio qualitatis producendæ. Ergo debet dari refractio, hoc quidem ostendit bonum esse dari refractionem, quod tamen satis physicum non est, nec ostendit modum quo fieri debeat. Denique in refractione à perpendiculari non valet illa ratio, nec contraria facilè applicari potest. Si enim effectus in medio rariori esset intensior, quid inde sequeretur. Adde quod sæpè accidat ex refractione ut maximè augeatur lumen, ita lentes convexæ radios uniunt, vel multum decrescat ut in concavis, & multò magis quam si nulla refractio fieret; deberet autem ibi cessare refractio. Multa alia objici possent, faciliùs enim est præcipuè in physicis aliorum rationes infringere, quàm solidas invenire.

P. Zuch in sua Philosophia optica ita circa refractionem philosophatur. In parte prima cap. 9. ostendit multis experimentis dari refractionem. Exinde sect. 2. capitis decimi hanc refractionis causam affert. Duplex munus luminis agnoscit, & primò quidem considerat lumen, ut est principium caloris, sub qua consideratione ordinatur ad disponenda infima elementa, terram, & aquam, ad productionem mixtorum, & ad vitam viventium, mirum autem quantum emolumenti conferat refractio ad hunc finem consequendum. Cum enim è terra & aqua expirent continuò halitus, qui aëri permixti, saltem ad aliquam à terra distantiam athmosphæram efformant, in qua radii è puriori æthere incidentes, dum franguntur plures ad globum terraqueum perveniunt, qui sine refractione ulteriùs progrederentur, ita in crepusculis experimur diem extendi ad aliquas horas, & in Sphæra parallela, ad aliquos menses. Secundò modò considerari potest lumen tanquam necessarium ad visionem, patet autem ex refractione multum juvari visionem; cum humoribus oculi, multi luminis radii in eandem retinæ partem confluant, qui si irrefracti in directum processissent ad eam non appellerent. Tum cap. 15. sect. 2. vult ostendere leges refractionis non esse petendas ex resistentia secundi diaphani, ratio quam affert est, quia aliquando radii dilatantur, licèt incidant in medium densius, ut accidit in lente concava, aliquando uniuntur ut in lente convexa. Quod non puto facere aliquid ad rem, id enim oritur ex diversa mutatione planorum, superficies enim sphæricæ ex infinitis superficiebus planis coalescunt; quidquid tamen sit de illo, contendit probare refractionem non oriri à lumine præcisè sumpto, nec à majori, aut minori excessu virtutis agentis supra resistentiam passi, aut ex majori, & minori ejusdem passi resistentia, quia (inquit) ab eadem virtute, in medio ejusdem rationis potest, tam diverso modo succedere luminis, & repræsentativorum (intellige specierum visibilium, quas ipse admittit) propagatio, nempè ut incurrendo in lentem concavam vitream dispergatur lumen, & incurrendo in convexam uniatur. Ex quo concludit non superesse nisi finem ad quem tales radiationes ordinantur; cujus determinatæ exigentiæ conveniens fuerit tales leges sanciri ab authore naturæ, ut quoties luminis propagatio à medio rariori ad densius procederet, toties fieret refractio ad perpendicularem.

An hæc ratio sufficiat, & in rebus physicis, & sensibilibus finis sufficienter indicet effectum, sit aliorum judicium. Puto tamen quod si aliqua ex parte ipsius agentis, aut etiam medii nullâ habitâ ratione finis ulterioris, posset inveniri refractionis causa, consultiùs sine dubio foret. Quæro enim an potuisset Deus contrarias leges sancire, & velle ut dum ex medio rariori ad densius radius incurreret, fieret refractio à perpendiculari, contra quam accidat, & sic oculum alia ratione componere. Melius philosopharetur, qui lumen ex se, & à natura sua determinatum esse ad refractiones quales habemus patiendas, ideóque Deum animalium oculos efformasse, ut quæ ad visionem juvandam idonea esset sequeretur, quam suppositis animalium oculis legem sancire, ut semper refractio tali modo fieret.

Aliæ rationes quæ pro refractione explicanda afferuntur, supponunt etiam paulò diversas circa naturam luminis opiniones; & primò quidem si consideremus lumen, tanquam continuum à corpore lucido tenuissimæ substantiæ profluvium, aliquam forsitan, non omnino ineptam refractionis causam invenire poterimus. Quæ etiamsi non inconcussam habeat firmitatem, eò quòd pendeat à suppositione, cui adhærere nefas putat philosophica schola, habet tamen ingenii plurimum, præcipuúmque continet illius opinionis fundamentum, quod nempè si lumen, ut tenuissima flamma consideretur, poterit aliqua refractionis causa assignari; quæ aut nulla, aut saltem non physica, in contraria sententia assignatur. R. P. Maignan in sua Dioptrica horaria, multa super ea re disseruit. Primò enim conatur adstruere lumen esse corpus, nec posse ullo modo subsistere eam propagationem luminis, quam communiter admittunt Peripatetici; eámque præcipuè hoc nomine respuit, quòd actio in passum distans admitti nullo modo possit, ideóque sol immediatè non possit lumen hic in terris educere ex potentia aëris. Non etiam lumen ab alio sibi vicino tantum pendet, quod sufficienter probavimus, meo tamen judicio hæc infirmatio communis opinionis, non est usquequaque valida. Quærerem enim an detur aliqua actio non immanens in rerum natura, ita ut sit distinctio inter agens & passum, nullam admittere nisi immanentem est aliquid valde durum. Igitur admitti debet aliquod agens quod in passum sibi contiguum agat, neque enim duo corpora, agens, nempè & passum compenetrari possunt. Ulteriùs inquiro an agens illud quod in passum sibi contiguum agit, agat tantum secundum ultimam sui superficiem, quæ cum nulla detur hujusmodi, dicetur totum agens per modum unius agere. Ulteriùs quæro: in tali actione, partes remotiores

agentis

agentis quomodo se habeant, & an agant in distans, neque enim tangunt ipsum passum, nec etiam agunt per medium, cum propter similitudinem totius agentis, sit incapax talis actionis; ergo hoc habeo quod agentis partialis debeat admitti actio in distans, modo conjungatur cum aliquo intermedio agente. Unde si tum lumen medii supponatur etiam concurrere ad productionem ulterioris, poterit etiam sol illius esse agens partiale. Sed de hoc jam aliàs. Quod tantum reperii ut ostenderem hoc argumentum multum facessere negotii.

Secundum quo utitur est paulò validius, ita autem habet. Si lumen ab agente lucido educeretur ex potentia medii diaphani, nulla daretur ratio, quare propagaretur per radios refractos. Nam tam forma quæ produci debet æqualiter afficitur, erga singulas medii æqualiter dispositi partes, nec unam magis refugit, quàm aliam; agens item æqualiter fertur erga singulas ejusdem medii partes. Sed cristallus est æqualiter disposita, seu perfectè homogenea, ergo quomodocúmque soli objiciatur, nulla erit ratio, cur lux unam ejus potiùs partem invadat, quam aliam, addicatúrque huic potiùs informandæ, quàm aliis, ut accidit in globo crystallino. Qui si soli exponatur quia radii solares incipiunt ad invicem convergere propter refractionem, plurimæ posterioris hæmisphærii partes carebunt lumine, supponitur autem æqualis dispositio in tota crystallo.

Quod si dicas eandem non esse in tota crystallo dispositionem, eò quòd illius superficies obliquè soli opponatur. Sed contra quia illa superficies easdem habet dispositiones quas habet tota crystallus, quòd verò superficies tali, vel tali angulo excipiat actionem agentis lucidi, non minuit vel auget, mutat, aut alterat dispositiones subjecti, quæ non pendent ab angulo incidentiæ; nam virtus fortior, & propinquior subjecto, meliùs agere debet, sed fieri potest sub quocúmque angulo incidentiæ, ut applicetur fortius agens crystallo, quam sub alio, ergo tam debet sequi actio.

Quod si dicas cum Cabæo lucidum solum non agere, sed etiam partes luminis propagati in primo diaphano concurrere ad productionem ulterioris luminis; quare cum sphæra activitatis componatur ex medio difformi, raro nimirum & denso, occurrente denso ob ejusdem resistentiam, vis activa, tam lucidi quam luminis jam in primo diaphano propagati se roboret, ut commodior sequatur actio. Et quia luminosum agit per lineam rectam, ut roboretur vis activa, debet immutari directio, & magis uniri, & quò magis obliquè radius incidit, eò major est refractio, quia sic per illum radium intelligitur præcisa major portio sphæræ. Sed contra quia licèt admitteretur unam luminis partem ad propagationem ulterioris concurrere, nulla tamen apparet ratio, cur incurrente diaphano densiore, debeant partes non amplius agere, per lineam rectam. Deinde forma in subjecto homogeneo non generatur per lineas quasi per sulcos; denique agentibus sine cognitione natura non inspirat opus quod fieri nequit sine cognitione, quale est ad resistentiam diaphani majorem, vires magis unire, & colligere.

4 Vis illa quæ dicitur magis uniri, vel est interna lucido, vel externa, sed neque interna potest dici collectior respectu crystalli, quam respectu aëris, eadem enim perseverat, idem dico de externa, igitur tantum dici potest, quod collectior producatur effectus, quod adhuc verum non est. Nam in convexa superficie effectus est magis dissipatus. Si enim ne sequeretur effectus ita imminutus producatur in minori spatio, propter refractionem in medio densiori, nunquam radii divergerent ab invicem. Neque videntur satisfacere eo quod id asserant per accidens esse ex mutatione plani, pariter enim casus in quo collectior erit radius poterit dici per accidens esse; quam ille in quo separabuntur ab invicem.

5. Crystallus eadem non majorem habet densitatem respectu aëris, ex quo cum inclinatione majori, in eam incidit radius, quàm respectu alterius aëris, ex quo radius cum minori inclinatione incidit; ergo majorem non habet resistentiam; ergo neque major refractio in uno casu, quam in alio sequi debet. Neque etiam major requiritur vis ad lucem in crystallo generandam per lineam refractam, quam per lineam incidentiæ productam, & continuatam.

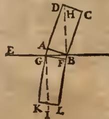
Ultimò non potest intelligi quid velint authores istius sententiæ, dum dicunt quò radius est magis obliquus, intelligi majorem sphæræ portionem. Nam quicúmque radius à centro ad circumferentiam ductus sive per medium uniforme, sive difforme, sive perpendiculariter, sive obliquè incidat; est semper semidiameter, ergo nullus radius, etiam obliquus potest dici majorem portionem sphæræ præscindere, nisi sumatur cum alio verbi gratia cum perpendiculari. Sed si tantum hoc modo intelligatur, tam radius perpendicularis refringi deberet quam alius, tantam enim portionem sphæræ continet ille qui perpendicularis cum obliquo, quantam obliquus cum perpendiculari. Denique radius obliquè incidens ita refringitur, etiam si nullus alius radius perpendicularis adsit; ergo spectari non debet portio sphæræ, quam cum perpendiculari continet.

Impugnatâ hoc modo communi opinione, immò & aliis, suam opinionem de lumine conatur stabilire, de qua suo loco jam diximus. Superest ut in ea rationem reddamus cur lux in medio æquabiliter denso, per rectos radios progrediatur, incurrente autem medio densiori, obliquè tamen, deviet à pristina rectitudine. Lux partes habet quibus constat, easque æqualiter veloces. Unde si radium aliquem non abstractè sumptum, & omni carentem latitudine, sed physicè sumptum consideremus, satis apparebit in medio æquabili motum rectum affectare. Nam hæc opinio supponit lumen esse corpus, & quidem non omnino dissolutum, quasi simplicem cujusdam pulvisculi congeriem, sed pro modo suæ summæ tenuitatis coagmentatum, ut est aqua, aër, flamma, ideóque quilibet radius partes habet continuas, & aliquantulum cohærentes, & quantum possunt continuitatem affectantes. Unde fit ut dum lucis radius in planum diaphanum obliquè incidit, partes quæ porum idoneum non nanciscentur, reflectentur, quæ verò porum sibi conformem nactæ fuerint, permeabunt, & quantum poterunt suam continuitatem affectabunt. Cujus rei illustre afferri potest exemplum in aqua. Sit enim aquæ copia quæ ruat verticaliter cui planum obliquè objiciatur, sed crebis foraminibus pertusum, primò partes aquæ quæ in partes solidas obicis incurrunt, reflectuntur, quæ verò foramina permeabunt, continuitatem aliquam habebunt, & à recto tramite deviabunt; licèt autem aliquæ partes rectà

transire

transire possent, sine ulla ut ita dicam refractione, quia tamen propter obliquitatem pori non omnes eo modo transitum habere possunt, simul omnes eodem modo refringentur: atque ita continuitatis ut ita dicam amor, aut potiùs nexus ille & implicatio, quò continuæ permanent, eas à naturali, & earum gravitati debita directione avellit. Quod proportione quâdam in lumine dicendum est. Dum enim radius luminis à medio rariori in densius incurrit, licèt aliqua ejus pars directum naneiscatur aditum, si tamen radius, ut ita dicam totalis eandem directionem servare non possit, coguntur omnes partes eandem viam inire. Quod ut faciliùs adhuc explicetur supponendum est, quid sit corpus esse diaphanum in hac opinione, nempè poros habere plurimos, & in omnem ferè partem extensos; ex quo fit ut per hujusmodi corpora facilis lumini transitus præbeatur. Quia tamen hujusmodi pori in aliquibus diaphanis laxiores sunt, in aliis verò strictiores & minutiores, per minutiores autem, plures proportione servatâ partes superficiei extimæ radiorum tangūt corpus illud diaphanum, inde fit ut propter partium pressum, & affrictum nonnihil retardetur luminis transitus. Quod autem minora corpora majorem proportionaliter superficiem habeant, id facilè ostenditur ex eò quòd soliditas corporum crescat in duplicata ratione superficierum, ex quo principio oritur, ut minutiora corpora difficilius descendant in aqua, quam ejusdem naturæ, & gravitatis specificæ majores moles. Ita exigua arenula ex lapide decisa sensim admodum descendit in aqua, totus autem lapis velociùs, ratio est quia cum in descensu partes extimæ superficiei radant aquam, quò plures partes superficiei erunt, respectivè ad pondus, eò tardior erit motus. Supponatur autem arenula pendere unam unciam, & ejus superficiem æquivalere quadrato, cujus latus sit unius digiti, sitque lapis 16 unciarum, illius superficies erit quatuor digitorum, nempè quadrupla primæ; cum ergo resistentia orta ex ejus superficie, & pondus sit decies sexies majus, haud dubiè faciliùs vincetur resistentia quatuor, à pondere 16 unciarum, quàm resistentia ut unum, à pondere unius unciæ. Inde fit ut pluma tam lentè descendat, cum tamen moles plumæ citò feratur: igitur benè assumi potest, lumen velocius moveri in corpore rariori, quam in densiori, eò quòd in densiori, pori sint minores, & consequenter magis per eos attenuetur lumen, habeátque majorem superficiem respectivè ad molem suam. Quare si intelligatur radius aliquis ita incidens obliquè, in superficiem diaphani densioris, ut una ejus pars porum sibi conformem nacta, priùs illum subingrediatur, ideóque tardiùs moveatur; interea dum alia ejusdem radii pars naturali aliquo nexu, cum ipsa continuata, in aëre liberè velociùs defertur; necessarium est directionem totius radii mutari.

Quod quidem multis exemplis confirmari potest. Finge tibi currum aliquem, cujus rotæ æquali velocitate ferantur, haud dubiè eam quam semel inivit viam prosequetur, nec ab ea vel tantillulum deflectet; sistatur alterutra ex rotis, aut non ita velociter feratur, interea dum alia æquali semper impetu volutatur, necessarium erit incurvari cursûs tramitem, ita ut si altera ita remittat de suo impetu, ut æqualiter ambæ postea moveantur mutabitur directio. Quod ut schemate aliquo illustremus. Sit radius aliquis ABCD, non quidem mathematicus, sed determinatam latitudinem habens, qui obliquè incidat in superficiem aquæ BE,



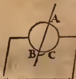
sitque linea ut ita dicam terminus illius AB, propter obliquitatem incidentiæ priùs illius radii pars B tanget superficiem aquæ BE, quàm A, quia autem tardiùs movetur lumen in aqua, quàm in aëre, eò quòd supponantur in aëre laxiores pori, quàm in aqua. Sit linea BF, quæ percurritur à puncto B in aqua, interea dum A G, percurritur in aëre à puncto A; igitur linea A G major erit, quàm linea BF. In triangulis autem ABG, BGF, cum latus GB sit commune, item latera AB, GF æqualia, & basis AG major, basi BF, (*per* 25.1.) erit angulus ABG, major angulo BGF; sed angulus ABG est angulus inclinationis radii incidentiæ, aut certè illi æqualis, item angulus BGF, est æqualis angulo inclinationis radii refracti. Nam in punctis B, & G, ducantur duæ perpendiculares BH, GI, angulus CBH est angulus inclinationis radii incidentiæ BC, & angulus KGI est angulus inclinationis radii refracti GK; & cùm ABC sit angulus rectus, item GBH, sit angulus rectus; ablato communi angulo ABH, erunt anguli ABG, CBH æquales. Pariter cum anguli KGF, IGB sint æquales, utpote recti, ablato communi I G F, erunt anguli KGI, FGB æquales: igitur angulus inclinationis anguli incidentiæ major est angulo inclinationis anguli refracti; quod erat demonstrandum.

E contra verò sit radius KGFL, propagatus in medio densiori, qui incurrat in superficiem communem aëris & aquæ, nempè in superficiem GB, punctum G priùs perveniet ad aërem, & emerget ex aqua, quam punctum F. Habet autem hoc lumen ut in medio rariori velociùs feratur, quàm in medio densiori, idcóque pariter ostendetur angulus inclinationis radii incidentiæ, nempè KGI, minor esse angulo HBC, inclinationis radii refracti BC. Ex quo vides quid sit refringi ad perpendicularem, hoc est radium magis accedere ad perpendicularem, seu angulum inclinationis radii refracti fieri minorem angulo inclinationis radii incidentiæ: ut in primo casu quid refringi à perpendiculari nempè angulum inclinationis radii refracti, majorem esse angulo inclinationis radii incidentiæ. In quo faciunt aliqui non modicam difficultatem, nec satis benè percipiunt quo principio radius dum emergit ex aqua, restituat se ad pristinam velocitatem. Si enim ab agente lucido verbi gratia à sole recepit impetum, & velocitatem, ubi hæc retusa est in densiori medio, cur se restituit, & velociùs fertur quàm in medio densiori; unde volunt aliqui hanc vim lumini nativam esse, ita ut ubi liberum fuerit ab obice ejus motum retardante, pristinum motum restituat.

Sed

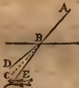
Sed adhuc meo judicio puto non esse necessarium recurrere ad hanc solutionem, nam sive restituat priorem velocitatem, certum est dum punctum G pervenit ad aërem eundem habet impetum quem habet punctum F, cùm autem non sit tanta resistentia in aëre, quàm in aqua, vi illius impetus velociùs movebitur in aëre, quam motum fuisset in aqua. In aqua autem, motum fuisset æquè velociter, ac punctum F; ergo semper restat, quòd velociùs feratur in aëre, quam punctum F, & quod debeat dari refractio.

Alii non admissâ, & non consideratâ tantâ radiorum continuitate, qualem supra posuimus, globuli tantum unius rationem habent, in quo globulo considerant quasi axem aliquem, secundum quem impressus illi est impetus. Quod ut oculis subjiciamus, sit globulus lucis AB, axis secundùm quem productus est impetus, sit AB, inclinatus ad superficiem aquæ DE, incidat in porum aliquem BC, ita ut tangat illud in puncto C, occurrit aliquod obstaculum, impediens ne globulus ille, tam perniciter feratur; quia tamen illa retardatio non est secundùm axem; sed tantùm in extremitate aliqua, progredietur quidem ulteriùs axis, sed



tamen aliquantulum inflectetur, dum pars illa oram pori contingens quasi supra hypomoclium evolvitur, lentúsque incedit donec facta semel illa retardatione, ubi fuerit in aqua globulus ille, cum nulla sit ratio cur postea mutet eam directionem, eò quòd utrinque tangat aquam, progreditur per eam quam semel inivit viam. Si verò globulus ex aqua in aërem exiret, contrario modo fieret refractio, eò quòd priùs liber esset ille globulus ex contraria parte, ideoque axis procedit ulteriùs, interea dum illa pars quæ pori oram adhuc tangit, circa illam evolvitur. Unde fit, ut tunc fit refractio contraria, seu à perpendiculari.

Id tamen quod in ea opinione difficultatem facit, est, quod si lumen hoc modo consideretur, quasi globulus aliquis solidus, penetrans per poros corporis diaphani, eandem pateretur refractionem, quam patiuntur corpora dum eadem media penetrant; sed alia corpora dum penetrant hujusmodi diaphana, non patiuntur eandem refractionem; immo vero contrariam habent. Si enim



explodatur glans plumbea obliquè in superficiem aquæ, seu secundùm lineam AB, non penetrabit rectà secundùm eandem lineam AB, productam in BC; sed magis recedet à perpendiculari contra quam accidat in luce. Fateor me eam experientiam nondum fecisse, immò putabam me contrariam habuisse. Nam multi etiam pisces occiduntur in aqua; quod nunquam accideret, nisi eamdem viam sequeretur glans plumbea, quam lumen prosequitur. Sit enim piscis E, qui radium remittat in EB, qui deinde refractus à perpendiculari, incidat tandem in oculum A, appareat a rem piscis E, in puncto F, dirigatúrque ictus catapultæ secundùm lineam AB, si contraria accideret refractio in glande plombea, nunquam attingeretur piscis E.

Nihilominus dicendum est vix unquam hoc modo attingi pisces nisi cum extant ferè in superficie aquæ: ita ut neque refractio radiorum lucis ab ipsis emissorum, notabilem invehant diversitatem loci visi, à vero; neque refractio quam patitur glans plumbea, multum eam à vero scopo avertat. Quod verò in superficie tantum aquæ pisces attingantur, facilè suadet ratio, nempe quod tam retundatur impetus glandis emissæ, ut ad aliquos pedes inepta sit ad vulnus faciendum. Immò si feratur ulteriùs etiamsi initio frangeretur à perpendiculari, nativo tamen pondere instante, & impetu quo ferebatur, multum imminuto, rursus accedet ad perpendicularem, & si ulterius tendat perpendiculariter tandem descender, describétque lineam parabolicam. Unde puto vix bene posse succedere experientiam, gravitate se immiscente; quæ omnia in luce non accidunt propter summam pernicitatem, gravitatisque carentiam. Positâ tamen eâ experientiâ, quod glans ferrea in aqua patiatur refractionem à perpendiculari, negat tamen Gassendus in lumine idem accidere: quia (inquit) glans plumbea non invenit porum quem subingrediatur, & in cujus labro tantisper circumvolvatur, sed viam sibi aperit, eique resistit multum superficies aquæ, retardando ejus motum perpendicularem. Nam ubi semel totus globus in aqua fuerit, eum æqualiter resistat aqua non magis retardat motum in unam partem, quàm in aliam. Alius igitur modus progrediendi glandis plumbeæ in aqua; alius luminis, quod ob velocitatem summam, viam non sibi aperit, & nisi porulum sibi convenientem offendat, regreditur moræ impatiens.

Aliam viam tentat Carthesius, eodemque ferè modo refractionem explicat, quo reflexionem. Supponit enim unum eumdémque motum realiter indivisibilem, posse tamen per intellectum dividi, immò posse fieri, ut detur aliquis obex, & retardatio illi sub uno respectu considerato, quæ nullo modo illi noceat sub alio.

Supponit ergo motum corporis cujusque obliquè decidentis componi ex duobus motibus, perpendiculari altero, horizontali alio; & pro ut magis de perpendiculari habet, eò magis perpendicularem esse, sive magis de horizontali participet, magis esse obliquum. Ponamus autem globum aliquem decidentem obliquè, ut facilior sequatur explicatio, tantum habere de motu horizontali, quantum habet de motu perpendiculari & verticali; ideoque ferri secundùm diagonalem quadrati, seu inclinari ad horizontem angulo semirecto 45 graduum. Incurratque hic globus hoc modo delatus, non in superficiem terræ, quam perrumpere non possit, sed in corpus aliquod, quod facilè ab ipso dividi possit. In hujusmodi

modi divisione retardabitur motus, non quatenus horizontalis seu parallelus, sed quatenus perpendicularis est & verticalis. Supponamus amitti mediam partem illius motûs, quatenus perpendicularis est. Dum percurret horizontalem lineam quamcúmque dimidiam tantum lineam perpendicularem peragrabit, idcóque motus mixtus qui sequetur, plus habebit de horizontali; quàm de perpendiculari. Quod ut oculis subjiciamus, sit corpus quodcúmque A, delatum per lineam diagonalem AB, ita ut lineæ AD, DB sint æquales. Motus ille AB, componitur ex linea AD, & linea DB, hoc est si duplex imprimeretur impetus corpori A, unus quò impelleretur deorsum versùs lineam CB; & alius illi æqualis in velocitate, quo deferretur horizontaliter versùs lineam DB, percurreret lineam diagonalem AD. Vel adhuc ut id meliùs concipias, finge lineam AD, esse navim quæ feratur parallela in C B, & interea dum hoc modo movetur, sit homo qui ex puncto A, feratur in punctum D; clarissimum est quod percurret lineam AB, si obi pervenit in punctum B, permaneret utérque impetus illibatus, deferretur per lineam BF. Si cessaret omninò motus perpendicularis, percurreret lineam horizontalem BG, remittitur autem impetus perpendicularis cui soli contrarius est obex CG, neque enim corpus CG, ullo modo impedit, ne moveatur corpus horizontaliter; igitur licèt corpus A pertumpat corpus C G, nihilominus multùm remittitur impetus; ergo non tam descendet, quàm fecisset. Ergo interea dum horizontaliter percurrit lineam æqualem lineæ B G, non descendet secundum lineam G F, æqualem ipsi BG; sed secundùm lineam GH, quæ erit tantum dimidia lineæ B G: igitur frangetur à perpendiculari, seu recedet à perpendiculari B E. Quod autem accideret in corpore aliquo verbi gratia in tela extensa quæ perrumpetur ab incidente pila, idem etiam evenire necesse est in aqua, cujus extima superficies, tam resistit pilæ incidenti, quam tela. Reliqua autem aqua non producet aliam refractionem, quia ubi tota pila in aquam immersa fuerit, cum aqua æqualiter cuicúmque divisioni resistat; nulla erit ratio cur potiùs motui perpendiculari, quàm horizontali resistat. Unde seclusâ pilæ gravitate (quam hic non attendimus) quam semel inivit viam, pila perpetuò tenere debet.

Ex hoc sequitur quod tam parum de perpendiculari possit habere motus, ut aquam pila perrumpere non possit. Cùm enim soliditas aquæ sit tantum opposita motui quatenus perpendicularis est, & hæc soliditas seu resistentia, habeat vires determinatas, fieri poterit, ut hæc resistentia sit major, quàm motus ille prout perpendicularis est; quod multò magis verum erit, si magna aquæ divisio debeat fieri. Inde fit ut lapides latos, & extensos seligant pueri, ut meliùs obliquo jactu in aquæ superficiem incidentes reflectantur. Ex quo accidit ut tormenta bellica, & catapultæ multum obliquè in aquam explosa, in adversa ripa positos vulnerarint, resiliente nempè globo. Ex quibus omnibus concludo globos in aquam incidentes immò, & obliquè quodcúmque corpus penetrantes in quo difficilius moveantur pati refractionem à perpendiculari.

E contra verò si intelligatur pila eâdem viâ, æqualiter participante de motu horizontali, & de perpendiculari; nempè secundùm lineam AB, incidere in superficiem CBG, corporis in quo facilius moveatur, sicut corpus illud si restitisset motui, opponeretur tantum motui prout est perpendicularis. Ita etiam secundum eandem superficiem, si minus resistit motui, minùs resistet perpendiculari; ideóque si in eo augeatur motus, magis augebitur motus perpendicularis, saltem in ipsa superficie, in progressu tamen eodem modo utérque motus augebitur, & quam rationem habet utérque motus, eandem toto progressu servat. Sit ergo ut in casu posito propter augmentum perpendicularis, motus prout perpendicularis est duplò major, quam idem prout est horizontalis, interea dum percurretur perpendicularis linea B E, non percurretur linea EF illi æqualis, sed tantum linea E I ejus dimidia.

Ex hoc sequitur lumen difficiliùs moveri in aëre, quam in aqua, licèt projecta faciliùs moveantur in aëre quàm in aquâ, quod videtur probabilitate carere, vel assignanda est aliqua ratio cur id contingat. Hanc affert Carthesius. Primò de projectis facilis est ratio, quod nempè aër propter subtilitatem, & nexum partium non multum tenacem facilius dividatur, quam aqua, quæ partes magis constipatas habet, & magis tenaces. Cùm ergo projecta sint valdè magna, ita ut nec utriúsque corporis poros subire possint; difficiliùs in eo movebuntur, quod validius divisioni resistet.

At verò longè dispar est ratio luminis, quod cum divisionem non faciat, potíùsque tantum subeat, in molliori, & fibroso corpore difficiliùs reptabit, quàm in duro; cujus exempla habemus quamplurima, facilius moventur globuli eburnei supra mensam ligneam nudam, quàm tapete villoso stratam. Adhærent enim fibræ, & villi motúmque retardant. Ita culcitræ, & stromata ænei globi à tormento bellico emissi impetum retundunt. Sed aërem villosum esse facilè conjicere possumus, etiam ex corporibus in eo volitantibus. Ex quo sequitur refractionem luminis ab aëre in aquam, aut crystallum incidentis, ideo fieri ad perpendicularem, quod faciliùs in iis quam in aëre moveatur. Atque hæc sunt quæ de refractionis causis dicenda judicavi, si quis alias rationes adinvenerit, non dedignetur physicam in his materiis, ut plurimum mancam, suis commentationibus locuplatare.

SUPPOSITIO I.

Superficies refractionis est ad superficiem communem utriúsque diaphani recta.

Superficiem refractionis (*per 5. defin. hujus*) vocamus planum in quo utérque radius, tam incidens quam refractus inveniuntur, hoc est planum per radios incidentem, & refractum ductum, quod

quod planum suppono esse, ad superficiem communem utriusque diaphani rectum; ne quid tamen intentatum relinquam; hanc suppositionem stabiliendam suscipio iisdem, ut plurimum rationibus, quibus refractionem probavimus.

Sit superficies aquæ in quam obliquè incidat ex aëre radius AB; ducatur ad superficiem communem aquæ, & aëris, perpendicularis CB, quæ ulteriùs producatur in D, & radius incidens AB, ulteriùs etiam producatur in E, sitque radius refractus in F, dico radium refractum BF, esse in plano per lineas AB, CB, aut BE, BD ducto. Patet autem tale planum esse ad superficiem communem aquæ & aëris rectum; cum enim linea BC sit ad talem superficiem recta (*per* 18. 11.) omnia plana per ipsam ducta ad eandem superficiem recta erunt. Quòd verò radius refractus debeat esse in eadem superficie, ita ostendo sive loquamur in opinione communi Peripateticorum, sive in alia quacumque, radius refractus è tali plano excedere non debet. Et primò quidem in genere nulla est ratio cur potiùs in unam, quàm in aliam partem deflectat; ergo in eo plano manere debet. Si enim propter rationem allatam in opinione communi cur radius refringatur, vis activa se debet roborare, & consequenter, radius debet accedere ad perpendicularem. Iste accessus per lineam brevissimam fieri debet, non est autem ulla via brevior, quam manendo in eodem plano; ergo radius refractus in eodem plano esse debet in quo radius incidens, & linea perpendicularis, quod planum, ut jam ostendi, est ad superficiem communem utriusque diaphani rectum.

Si verò consideremus propagationem luminis per modum motus localis, clarius idem probabitur. Et primò quidem radius aliquis totalis consideretur cum suis omnibus dimensionibus. Sit verbi gratiâ radius ABCD, cujus basis sit circulus BC. Sitque infimum illius punctum C, B supremum, puncti C, motus primò retardatur, deinde punctorum E, & F, æqualiter à puncto C remotorum; atque ita deinceps donec punctum B tandem subeat secundum diaphanum; sed hoc modo non inclinatur radius, neque ad lævam, neque ad sinistram; ergo semper manet in eodem plano, ducto per CD & DI perpendicularem. Vel meliùs, cùm linea CD, retardetur tantum, ductaque perpendiculari DI, angulus DCI sit minimus, reliqui autem qui fiunt ab eadem linea DC, cum diversis lineis in plano ductis sint semper hinc inde æquales, & consequenter æqualiter planum resistat, refractio fiet in eodem plano medio, nempe in plano CDI, quod est ad superficiem communem diaphanorum rectum.

Denique si consideretur globulus luminis, qui impingens in superficiem densiorem retardatur tantisper, & secundùm partem suam inferiorem, idcóque circa partem retardatam, quasi circa hypomoclium volvitur, hic motus seu hæc inclinatio fieri debet circa partem retardatam, atque adeo planum in quo fiet ille motus designabitur axe, & linea ducta à centro globuli ad partem tangentem.

Sit globulus AB, delatus secundùm axem AB, sistatur tantisper pars ejus infima C, & ex centro ejus D ducatur linea DC; dico quia motus fit secundùm axem AB, & retardatio fit in C, quod planum, secundùm quod fiet illa inclinatio, erit planum BDC; sed planum BDC est ad superficiem communem diaphanorum rectum, cum linea DC, sit recta ad tale planum (*per* 2.*Theod.*) igitur superficies refractionis est ad communem diaphanorum superficiem recta.

Denique si secundùm ultimam lucis considerationem velit aliquis eandem suppositionem probare, id poterit facillimè. Motus enim radii inclinati componitur ex horizontali, & perpendiculari si autem propter incursum in diversum diaphanum, aliquid amittat de utrolibet, nullusque alius admisceatur motus, manebit semper in eodem plano ad superficiem diaphanorum recto. Ratio igitur est, quòd superficies communis diaphanorum tantum imminuit, aut auget motum, prout perpendicularis est ad ipsam; nam tantum imminuit motum prout illi contraria est. Sed tantum contraria est motui, prout ad ipsam perpendiculari; ergo tantum imminuit motum, prout ad ipsam perpendicularis est; Ergo motus ipsi parallelus continuatur, habétque, vel minus vel magis de perpendiculari, sed hoc est refractionem fieri in plano, ad superficiem diaphanorum recto; igitur refractio in tali plano fiet.

In quo notandum est diligenter, quod jam supra in reflexione observavimus, quotiescumque superficies diaphanorum est curva, intelligendum esse aliquod planum tangens talem superficiem in puncto refractionis, ut observentur eædem leges, quæ in communibus refractionibus. Nam qualibet curva superficies ex infinitis quasi planis su-

perficiebus constat, & tam benè resistit motui ad ipsam perpendiculari, ac faceret plana superficies: ideóque tàm benè imminuit motum obliquum, secundùm id quod de motu perpendiculari participat.

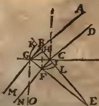
Istam suppositionem probavit Vitellio & Alhazen instrumentaliter, & eam quilibet experiri potest.

PROPOSITIO I.

In omni refractione facta in iisdem mediis, eadem est ratio sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti.

Hanc propositionem fundamentalem licèt in hac materia, veteres tamen ignorarunt qui certa carentes regula, ad experientiam confugerunt, singulisque angulis inclinationis respondentes angulos refractionis instrumentaliter observarunt. Cum enim angulos tantum spectarent, nullam invenerunt determinatam proportionem, angulorum. Recentiores autem, non angulos, sed angulorum sinus comparantes, eandem semper inter eos rationem intercedere fœliciter deprehenderunt. Ita ut datâ vel unicâ refractione luminis, dum ab aëre in aquam immergitur, possimus nullo negotio cæteras omnes determinare. Quamvis autem id experientia satis comprobet, tentemus, an ex principiis physicis hanc propositionem demonstrare, aut suadere possimus.

Consideremus igitur radium luminis, cum aliqua crassitie, & soliditate, qualem natura ejus pati potest. Sit igitur radius luminis A B C D, cujus pars C quæ prima in C G superficiem aquæ incurrit, retardetur non nihil, seu minus velociter moveatur, interea, dum pars B, quæ in aëre adhuc existit celerius movetur; erit CF minori celeritati respondens, minor quam BG & hoc secundum rationem quam habet celeritas luminis in aqua, ad ejusdem celeritatem in aëre. Parum autem refert sive BG, CF sint arcus, sive lineæ rectæ, modo radius propter partium unionem, & cohærentiam non coarctetur, sed latitudinem eandem retineat. Hoc est sint lineæ BI, GF, æquales, & lineæ BG, CF, aut sint parallelæ si rectæ sunt, aut si circulares sunt, sint arcus concentrici, quod ultimum probabilius judico, ut melius eadem radii latitudo observetur. Sit ergo punctum E, centrum arcuum concentricorum BG, CF, ducanturque ex punctis G & C, GH, CI perpendiculares ad lineas E B, EG, has dico esse proportionales arcubus CF, BG. Ducatur in puncto F linea F S perpendicularis ad B E.



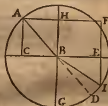
Demonstratio. Ita est arcus BG ad arcum CF, sicut radius E G ad radium E F, sed cum lineæ perpendiculares GH, F S sint parallelæ; ita erit GH ad FS; sicut EG ad EF (*per* 4. 6.) ergo lineæ GH, F S sunt arcubus proportionales. Sed FS, C I sunt æquales, nempè ambæ sunt sinus arcus BF, ergo lineæ GH, CI sunt proportionales arcubus BC, CH, hoc est se habent ut velocitas luminis in aëre, ad ejusdem velocitatem in aqua. Ex puncto G, intervallo GC, describatur arcus CL, & ex puncto C ut centro intervallo C G arcus GK; eritque GH. sinus arcus GK, seu anguli GCK, & C I sinus anguli CGI. Sed angulus KCG, est æqualis angulo NCD, cum enim anguli NCG, DCB sint recti, ablato communi NCB, restant DCN, KCG æquales: pariter cum MGO, CGO sint recti ablato communi O G F, erunt anguli MGO, CGF, æquales, sed angulus MGO, est angulus refractus, & angulus DCN est angulus refractionis, ergo sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti se habet ut velocitas luminis in aëre ad ejusdem velocitatem in aqua. Quæ cum eodem modo semper se habeant, in omni omnino refractione ab aëre in aquam eadem erit semper ratio sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In omni refractione facta in iisdem mediis eadem est ratio sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti, secundum doctrinam Carthesii.

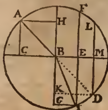
Examinemus modò an lumen aliter consideratum, easdem nobis proportiones exhibeat. Dividamus igitur per mentem, in duas determinationes motum radii obliquè incidentis in superficiem refringentem, & videamus an ex hujusmodi distinctione possimus efficere eandem semper esse ratio-



nem sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti. Radius luminis seu globulus incidat, in aquæ superficiem GE, secundum lineam AB, hic motus obliquus habet de horizontali A H, & de perpendiculari AC, cui ultimo resistit superficies CE, de illiusque velocitate perpendiculari aliquid detrahit, intacta velocitate horizontali AH, cui eadem superficies CE contraria non est. Supponamus igitur amitti mediam partem velocitatis perpendicularis, ergo quo tempore percurret H F, lineam B I æqualem lineæ AB, percurret secundum velocitatem horizontalem, lineam majorem, quam AC, & hoc secundum eam rationem qua minuitur velocitas perpendicularem. Ita quidem ratiocinatur Carthesius, dum agitur de corporibus solidis perrumpentibus secundum diaphanum seu viam sibi facientibus.

Quando

Quando verò agitur de refractione luminis, quam contrario modo fieri existimat, nempè lumen velocius ferri in medio densiori, ita ratiocinatur. Supponamus globulum luminis delatum à puncto A in B, augere suam velocitatem certo



utique & determinato augumento, nempè cum intra tria momenta deferatur à puncto A ad punctum B, duo tantum impendat, ad hoc ut à puncto B rursus circumferentiam circuli attingat, quia autem dispositio ad motum parallelum eadem manet, his duobus momentis horizontaliter percurret lineam BE, quæ erit tantum tertia pars lineæ A H. Et quia verò semper eodem excessu augetur velocitas luminis in aqua, supra eam quam in aëre obtinebat, verbi gratia uno triente in omni omnino refractione, luminis transeuntis ab aëre in aquam semper linea GI, seu sinus anguli refracti G B I, duos trientes obtinebit lineæ H H, seu sinus anguli inclinationis ABH.

Deficit tamen hæc demonstratio, quod supponat motum luminis velociorem esse in aqua, neque tamen ullo modo mutetur ille motus prout est horizontalis, seu parallelus superficiei refringenti. Id enim satis extricare non potui, neque ex principiis Carthesii aliquid ulterius elicere.

Alia consideratio luminis tanquam globuli, in ingressu poruli moram patientis, difficillimè potest finubus applicari, idcóque illi non immorabor.

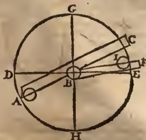
Hanc propositionem revocat Herigonius ad principia staticæ, nempè ad diversitatem momentorum, quæ corpora planis diversimodè inclinaòs insistentia obtinent, quæ quidem consideratio speciem aliquam subtilitatis habet, quia tamen hæc analogia ab eo authore, non est satis explicata, nec apparet quomodo leges momentorum huic materiæ conveniant. Ego illi supersedebo.

PROPOSITIO III.

Problema.

Prima methodus organica observanda proportionis sinùs anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti.

Quia proportio sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, non potuit rigorosè demonstrari, utpote quæ ex principiis physicis eruenda fuit, ut aliquid certi & indubitati constitueretur, quo in decursu uteremur, rationi experientiam cum multis adjungendam censui. Habeatur igitur circulus CDHE in suos gradus divisus, duplici instructus regula, utràque circa centrum B volubili, nempè ABC, quæ tam in centro B, quam in A parvos cylindros habeat, & BF quæ priori immota circa centrum A circumvolvi possit, instructa pariter suo cylindro I.



Usus instrumenti talis erit. Immergatur semicirculus DHE, in aquam, semicirculo DGE supra superficiem aquæ extante, & lineà DE horizontalem situm habente.

Elevetur regula ABC secundum quemcumque angulum, tum ea immotà moveatur regula B F, donec oculo, per cylindros I & B collimante, videatur cylindrulus A in eadem linea rectà, dico in tali casu, si consideretur radius procedens ex cylindro A, qui ubi erumpit in aërem in puncto B deflectit in I, erit hujus refractionis angulus inclinationis ABH, aut illi oppositus ad verticem GBC, & angulus refractus G B I. Vel si spectare velis refractionem radii ab aëre in aquam incidentis, nempè spectetur radius I B, qui frangatur in BA, angulus G B I erit inclinationis, & ABH angulus refractus.

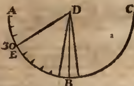
Demonstratio. A puncto A emittitur radius luminis in B, qui frangitur & procedit in I, cum videatur cylindrus A, per lineam IB: ergo habetur angulus refractionis CBI, nempè deviatio hujus radii à linea radii, quia autem eadem est differentia inter aërem, & aquam, quanta inter aquam, & aërem, si radius aliquis procedat per I B, refringetur in BA.

Id habet commodi hæc praxis, quod intra horæ quadrantem possint haberi omnes refractiones, respondentesque anguli tam inclinationis, quàm refracti, non expectatis variis solis supra horizontem elevationibus.

PROPOSITIO IV.

Problema.

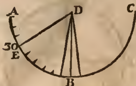
Secunda methodus organica, observanda proportionis quæ est inter sinum anguli inclinationis & sinum anguli refracti.



Habeatur hemisphærium concavum ABC, cu-

 jus

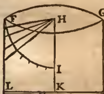
jus centrum D occupet extremitas ſtyli BD. Diviſo quadrante AB in ſuos gradus, ex puncto B tan-



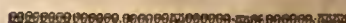
quam polo deſcribantur circuli concentrici, qui erunt horizonti paralleli, eoſque repreſentabunt quos Almicantharath nominamus, ſeu circulos elevationum. Hemiſphærio infundatur aqua, donec totam horizontis circumferentiam ſtringat.

Lucente ſole obſerva ad quem circulum elevationis, umbra extremitatis ſtyli perveniat, ponamus pervenire ad punctum E, erit AE, elevatio ſolis refracta, & angulus EDB, angulus refractus. Quare ſi eodem tempore, alio quocumque inſtrumento verbi gratiâ quadrante Aſtronomico elevationem ſolis obſerves, ejus complementum, nempè ejus à vertice diſtantia erit angulus inclinationis.

Quia tamen non ſine difficultate habetur ſcaphium, ſeu hemiſphærium concavum, quodcum-



que vas cylindricum idem præſtare poterit, in cujus pariter medio ſtylum infiges KH, cujus extremitas H centrum circuli FG præciſè occupet. Ita autem circulos altitudinum deſcribes. Facto ex puncto H ut centro, quadrante circuli FI, ductiſque per ſingulas diviſiones rectis lineis, quæ latus aut baſin cylindri attingant, tum per hæc puncta deſcribe circulos parallelos circulo FG, appoſitis characteribus ut facilè internoſci poſſint, uſus idem erit ac ſcaphii ſupra deſcripti.

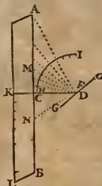


PROPOSITIO V.

Theorema.

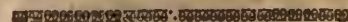
Tertia methodus organica obſervanda proportionis quæ intercedit inter ſinum anguli inclinationis & ſinum anguli refracti.

Præparetur aſſerculus AB, cui ad angulos rectos infigatur ſtylus CD, in cujus extremo D ſit axis horizontalis FG, deſcribatur arcus HI, per cujus ſingulos gradus ducantur lineæ rectæ ex centro FD, donec aſſerculum attingant, & dividant. Hæ diviſiones in partem CB transferantur, notenturque colore ſub aqua viſibili. Uſus talis erit. Aſſerculi verticaliter collocati pars CB in aquam immergatur, pars CA quæ extat ſupra ſuperficiem



aquæ, in ea per reflexionem videtur, tantumque immerſa ſpectatur, intra ejus profunditatem, quantum extat ſupra ejus ſuperficiem, ſecundum leges Catoptricæ, par verò CB, refractè videbitur, multóque brevior apparebit. Recedat ergo oculus in O donec videat axem GF coincidere cum N, imagine puncti M, gradus verbi gratiâ trigeſimi. Tunc certus ſum radium DN comprehendere cum ſuperficie aquæ angulum 30 graduum, notetur quam partem aſſerculi refractè viſi occulter; videbiturque occultari longè diverſa, ab ea quæ reflexè videtur. Hæc differentia erit refractio, atque hoc modo experieris per ſingulos gradus inclinationum, angulos refractos reſpondentes, conſtrueſque tabulam. Hic ſubjicio tabulam prout à Vitellione fuit obſervata.

Inclinationis angulus.	Angul. refract. per calculum inventus.	Angulus refract. ſecundum Vitellonem.
10.	7.45.	7.45.
20.	15.22.	13.30.
30.	22.51.	22.30.
40.	29.52.	29. 0.
50.	36.30.	35. 0.
60.	42.16.	40.30.
70.	46.52.	45.30.
80.	49.53.	50. 0.



PROPOSITIO VI.

Problema.

Examen tabulæ, an nempè obſervetur eadem ſemper proportio inter ſinum anguli inclinationis & ſinum anguli refracti.

Poterimus facilè examinare an eadem ſemper proportio obſervetur inter angulum inclinationis & ſinum anguli refracti, verbi gratia an ſit eadem ratio ſinus anguli inclinationis 30. ad ſinum anguli refracti 22. 30. quæ ſinus anguli inclinationis

nis graduum I O, ad sinum anguli refracti 7.45.

Angulus iodin. 30. logarith. 9.6989700.
Angulus refr. 22.30. logarith. 9.5828597. } Adde
Angulus iocl. gr. 10. logarith. 9.2396702.

Summa 18.8225099.
9.6989700. subtrahe

9.1235399. gr. 7. 38.

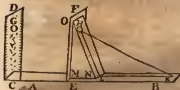
Hæc exhibet mihi exhibet grad. 7. minut. 38. Tabula verò dabat 7.45. differentia est septem minutorum, mirum autem non est quod experientia aberrarit 7 minutis, maximè cum rudiori minerva indicet se processisse nempè per quartas partes unius gradus. Quare observationes confirmant propositionem primam.

PROPOSITIO VII.

Problema.

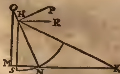
Refractiones ab aëre in vitrum metiri.

Difficilius haberi possunt ex observationibus anguli refracti, respondentes variis inclinationibus quando radius transit ab aëre in vitrum, quamvis nobis sit utilius ad telescopia conficienda eas determinare, conabimur tamen explicare nonnullas methodos, ad determinandos nonnullos angulos.



Præparetur regula A B, duobus aut tribus digitis lata, cui affixa sint ad angulos rectos pinnacidia CD, EF, perforata in G & H, ita ut linea GH, sit lineæ AB parallela.

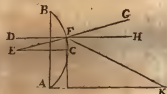
Habeatur triangulum solidum vitreum HMN, constans tribus saltem superficiebus planis. Quarum duæ contineant angulum quemcumque MHN. Una ejus superficies applicetur pinnacidio EF. Transmittatur radius solaris per foramina GH, noteturque tam punctum H, nempè illud quod in superficie vitri illuminatur, quam punctum K, in quod radius asserculum attingit, dico angulum MON esse angulum inclinationis, & angulum HKL. angulum non quidem refractum sed refractionis, cui addi debet angulus MON, ut habeatur refractus.



Ut autem possim demonstrationem instituere, transferatur in chartam angulus MON, sitque ille quem comprehendunt duæ vitri superficies, & quia punctum H non est præcisè in extremitate vitri, ponatur punctum H in proprio loco, ducaturque HS parallela MO, ducatur & HR parallela MK, & HP perpendicularis ad HN.

Demonstratio. Si radius solaris incidat perpendiculariter in superficiem MO, nullam ibi patietur refractionem, quare spectamus tantum refractionem quæ sit à vitro in aërem. Si nulla esset refractio radius rectà procederet, ex H in R, sed propter refractionem recedit à perpendiculari HP, sitque angulus refractionis R H K, qui cum sit alterno HKN æqualis angulus HKN, pro angulo refractionis assumi poterit. Quod autem angulus P H R æqualis sit angulo MON probatur. Nam cum anguli S H R, N H P sint recti, subducto communi N H R, restant anguli SHN, seu MON, & PHR, æquales. Est autem angulus HPR angulus inclinationis. Supponantur enim produci RH, PH ultra punctum H, comprehenderent in puncto H angulum inclinationis oppositum ad verticem angulo P H R, qui consequenter pro angulo inclinationis assumi potest.

Poterit facilè fieri experientia in triangulari prismate, quoad colores iridis exhibendos utimur. Cum enim superficiebus constet æqualibus, angulum 60 graduum continet, possent & plurima trigona laterum inæqualium efformari, quia verò circulus omnem omnino cononet inclinationem, in lente vitrea lento-convexa plurimas observationes perficere possemus.



Sit lens plano convexa A B C, centrum convexitatis punctum E, axis E C; incidat radius DF parallelus axi EC, & perpendicularis ad superficiem planam AB. Dico arcum C F esse mensuram anguli inclinationis. Nam angulus inclinationis est E F D, cum linea EF sit perpendicularis ad superficiem curvam, sed huic æqualis est alternus FEC, cujus arcus FC est mensura.

Quare plurimas in eadem similente observationes poteris perficere, si nempè ejus plana superficies pinnacidio EF prioris instrumenti applicetur, & punctum F ponatur in foramine H, ita ut radius luminis per utrumque foramen transmissus, cum linea DF coincidat, & lumen refringatur in FK, angulus FKA erit refractionis arcus, FC erit mensura inclinationis. Hic autem haberi facilè poterit, cum sciatur cujus sphæræ adhibita sit portio in lente. Ergo habebuntur anguli inclinationis, & refractionis. Aliis modis similibus confici potest tabula quam hic subjicio.

Angulus

Angulus inclinationis.	Angulus refractus ab aëre in vitrum.	Angul. refractionis ab aëre in vitrum.	Angul. refractus à vitro in aërem.	Angul. refractionis à vitro in aërem.	Ang. refractionis.	Angul. refractus ab aëre in vitrum.	Angul. refractionis ab aëre in vitrum.
grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.
1.	0. 40. 0	0. 20. 0	1. 30. 0	0. 30. 0	42	26.29.34	15.30.26
2.	1. 19.59	0. 40. 1	3. 0. 3	1. 0. 3	43	27. 2.36	15.57.24
3.	1. 59.58	1. 0. 2	4. 30. 9	1. 30. 9	44	27.33.16	16.24.44
4.	2. 39.56	1. 10. 4	6. 0. 22	2. 0. 22	45	28. 7.35	16.52.28
5.	3. 19.52	1. 40. 8	7. 30.43	2. 30.43	46	28.39.24	17.20.36
6.	3. 59.45	1. 0. 15	9. 1. 15	3. 1. 15	47	29.10.51	17.49. 9
7.	4. 39.37	2. 20.23	10.31.59	3. 31.59	48	29.41.53	18.18. 7
8.	5. 19.25	2. 40.35	12. 2.59	4. 2. 59	49	30.12.29	18.47.31
9.	5. 59.10	3. 0. 50	13.34.16	4. 34.16	50	30.42.37	19.17.23
10.	6. 38.52	3. 21. 8	15. 5.53	5. 5. 53	51	31.12.17	19.47.41
11.	7. 18.29	3. 41.31	16.37.53	5. 37.53	52	31.41.28	20.18.32
12.	7. 38. 2	4. 1. 58	18.10.19	6. 10.19	53	32.10.10	20.49.50
13.	8. 37.30	4. 22.30	19.43.13	6. 43.13	54	32.38.21	21.21.39
14.	9. 16.53	4. 43. 7	21.16.38	7. 16.38	55	33. 6. 0	21.54. 0
15.	9. 56. 9	5. 3. 51	22.50.40	7. 50.40	56	33.33. 7	22.26.53
16.	10.35.19	5. 24.41	24.25.20	8. 25.20	57	33.59.40	23. 0.20
17.	11.14.23	5. 45.37	26. 0.43	9. 0. 43	58	34.25.40	23.34.20
18.	11.53.19	6. 6. 41	37.36.55	9. 36.53	59	34.51. 4	24. 8.56
19.	12.32. 8	6. 27.52	29.13.56	10.13.56	60	35.15.52	24.44. 8
20.	13.10.49	6. 49.11	30.51.57	10.51.57	61	35.40. 5	25.19.57
21.	13.49.20	7. 10.40	32.31. 2	11.31. 2	62	36. 3.36	25 56.24
22.	14.27.43	7. 32.17	34.11.17	12.11.17	63	36.26.30	26.33.30
23.	15. 5.56	7. 54. 4	35.52.50	12.51.50	64	36.48.44	72.11.16
24.	15.43.59	8. 16. 1	37.35.50	13.35.50	65	37.10.18	27.49.42
25.	16.21.52	8. 38. 8	39.20.26	14.20.26	66	37.31.10	28.28.50
26.	16.59.33	9. 0. 27	41. 6.50	15. 6. 50	67	37.51.19	29. 8.41
27.	17.37. 3	9. 22.57	42.55.15	15.55.15	68	38.10.45	29.49.15
28.	18.14.20	9. 45.40	44.45.56	16.45.56	69	38.19.26	30.30.34
29.	18.51.25	10. 8. 35	46.39.12	17.39.11	70	38.47.22	31.12.27
30.	19.28.16	10.31.44	48.35.25	18.35.25	71	39. 4.32	31.55.28
31.	20. 4.54	10.55. 6	50.35. 3	19.33. 3	72	39.20.55	32.39. 3
32.	20 41.17	11.18.43	52.38.38	20.38.38	73	39.36.30	33.23.30
33.	21.17.25	11.42.35	54.46.53	21.46.53	74	39.51.16	34. 8.44
34.	21.53.17	11. 6.43	57. 0.45	23. 0.45	75	40. 5.13	34.54.47
35.	22.28.53	12. 31. 7	59.21.27	24.21.27	76	40.18.20	15.41.40
36.	23. 4.12	12.55.48	61.50.44	25.50.44	77	40.30.36	36.29.24
37.	23.39.14	13.20.46	64.31. 6	27.31. 6	78	40.41. 0	37.18. 0
38.	24.13.57	13.46. 3	67.16.31	29.26.31	79	40.51.32	38. 7.28
39.	24.48.22	14.11.18	70.43.52	31.43.52	80	41. 2.11	38.57.49
40.	25.22.26	14.37.34	74.37. 7	34.37. 7	81	41.10.57	39.49. 3
41.	25.56.11	15. 3.49	79.45.56	38.45.56	82	41.18.49	40.41.11
41.48.37.			90. 0. 0	48.11.23	83	41.25.46	41.34.14
					84	41.31.49	42.28.11
					85	41.36.56	43.23. 4
					86	41.41. 8	44.18.52
					87	41.44.24	45.15.36
					88	41.46.45	46.13.15
					89	41.48. 9	47.11.51
					90	41.48.37	48.11.23

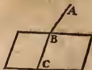
PROPO

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Refractio fit reciprocè per eosdem radios.

Fiat refractio A B C ab aëre, in aquam, nempè AB sit radius incidens ductus in aëre; & B C radius refractus in aqua; dico quod si radius luminis ex puncto C, feratur per lineam CB, ulteriusque propagetur in aëre, talem radium refringendum in BA.



Demonstratio. Est eadem differentia inter aërem, & aquam, quæ intercedit inter aquam & aërë: ergo excessus velocitatis luminis in aëre supra velocitatem quam in aqua obtinet, idem est ac defectus velocitatis radii in aqua, à velocitate quam habet in aëre: ergo quantum sinus inclinationis superat sinum anguli refracti, dum radius incidit ex medio rariori in densius, tantum sinus inclinationis minus est sinu anguli refracti, dum fit transitus à medio densiore in rarius. Sed hoc est vicissim seu reciprocè refractionem fieri per eosdem radios, ergo refractio sua relegit vestigia. Idemque radius qui in prima refractione erat refractus transit in angulum inclinationis.

Favet experientia. Si enim diligentèr notetur progressus radii è face prodeuntis & punctum in quod incidit, si fax in eo collocetur, vicissim locus prior facis illuminabitur.

PROPOSITIO IX.

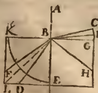
Theorema.

Nullus est angulus inclinationis in raro cui aliquis non respondeat angulus refractus in denso; est tamen aliquis angulus inclinationis in denso, cui nullus competit angulus refractus in raro.

Prima pars propositionis ita ostenditur. Quoties proceditur à raro in densum, toties fit refractio ad perpendicularem, angulusque refractus minor evadit angulo inclinationis, qui semper est minor recto, ergo angulus refractus multò minor erit recto.

At verò cum proceditur à denso in rarum, quia tunc refractio fit à perpendiculari, radius refractus major est angulo inclinationis; ergo si angulus inclinationis fit rectus aut ferè rectus, angulus refractus est major recto. Sed si fit major recto, non egredietur è corpore denso, ergo alicui angulo inclinationis in medio denso, nullus respondet angulus refractus in raro.

Ut autem melius hanc propositionem oculis subjiciamus, supponamus rationem sinus anguli inclinationis in aëre, ad sinum anguli refracti in aqua, esse ut 5. ad 4. supponatur angulus Inclinationis ABI esse ferè rectus, ita ut vix physicè deficiat à recto, ejus sinus erit 10000000, cujus si sumantur quatuor quintæ, habebimus 8000000, pro sinu anguli refracti IBE, graduum 45. min. 8. & cum refractio sit reciproca, si lucidum agat per lineam IB, ejus angulus refractus ferè rectus erit. Quare si ponatur lucidum in F, agatque per lineam FB, ita ut angulus inclinationis FBE, sit 60 graduum, cujus sinus sit 8660254. Si fiat ut 4 ad 5. ita hic numerus ad quartum, invenies 10825317, numerum majorem recto, quare radius non egredietur, sed manebit in corpore denso.



Hæc species refractionis etiam veteribus incognita non fuit, nam Vitello & Alhazen, nonnunquam ponunt angulum refractum majorem recto. Utrum autem hæc refractio debeat vocari refractio, est quæstio de voce.

COROLLARIUM I.

Radius perpendicularis non refringitur, quia nulla est ratio cur potius in unam partem deflectat quam in aliam. Ut autem perpendicularis censetur ad lineam curvam CBD, debet esse perpendicularis ad tangentem EF, & consequenter si linea curva fuerit circularis, linea ad eam perpendicularis, transit per ejus centrum.

COROLLARIUM II.

Majori angulo inclinationis major respondet angulus refractus, cum enim eadem semper sit ratio sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti, ubi primus major erit & consequenter majorem sinum habebit: alter etiam majorem sinum habens major erit.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Refractio nec vivida est, nec ordinata nisi utriusque diaphani superficies fuerit polita.

Præter experientiam quæ omnibus obvia est, aliquid addendum censeo, ut illius rationem aliquam ex refractionis natura petitam assignemus.

Certum est crystallum etiam perfectissimam, omnique carentem nævo, vix pellucidam, aut diaphanam esse, nec magis lumen admittere, quam charta, aut etiam quam cæteri lapides si politura careat. Ex quo licèt concludere, diaphaneitatem non in qualitate superaddita, sed in figuræ uniformitate quam politura inducit, saltem ex parte, positam esse. Ratio videtur esse quod crystallus impolita facieculis diversimodè inclinatis exasperetur, quæ sicut inordinatè & quasi in omnem partem

partem lumen remittunt, its etiam inordinatè illud refringant, quæ quidem in genere dici possunt, omnique omnino hypothesi accommodari; singulæ tamen opiniones suas etiam rationes habent scitu dignas.

Qui enim lumen tanquam flammulam considerant, quam per poros diaphani sese insinuate agnoscunt, asserunt etiam consequenter in crystallo impolita pororum labella, seu oscula, non esse usque adeo derasa, & circumquaque præcisa. Ex quo fit, ut lux incidens, sæpè retardetur aut aliò deflectat, quam refractionis leges aut totius crystalli superficies, per modum unius spectata videantur exigere. Quæ ratio tam de lumine corpus durum subeunte, quem de eodem ex denso erumpente intelligi debet. Cum enim aër sit maximè fluidus, corporis duri scabritiem sequetur, eique se conformabit.

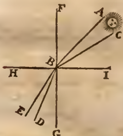
Ex his rationem reddes, cur cancelli papyracei, minus luminis ei parti, quæ directè seu per lineam rectam luminoso respondet, affundant, quam si vitrei essent. Quia nempè charta licèt inuncta oleo, scabritiem retinet, partesque non satis cohærentes habet, ideoque lumen etiam transmissum in omnem partem, inordinatè prout scilicet tulerint ejus faciculæ refringat, & dispergat. Oleum autem cum faciculas illas, complanet, porosque impleat, multum ad perspicuitatem conferre potest.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Duo radii in idem secundi diaphani punctum incidentes, refracti se intersecant.

Radii AB, CB à duobus punctis A & C lucidi aut ex duobus objectis, prodeant, & in idem secundi diaphani punctum B incidant, dico eos per refractionem ita detorquendos, ut se intersecent, situmque alternent. Nempè radio incidenti A B, respondeat refractus BD, & incidenti CB competat refractus BE.



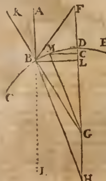
Demonstratio. Angulus ABF supponitur minor angulo CBF, ergo ejus sinus minor erit, sed (*per primam hujus*) ut sinus angulorum inclinationis, ita sinus angulorum refractorum, ergo ABF minor angulus inclinationis, minorem angulum refractum DBG sibi vendicabit, & major CBF, majorem EBG, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Radii paralleli axi sphæra densioris, & in ejus superficiem incidentes, cum axe ultra centrum concurrunt.

Radius luminis AB, parallelus axi DH seu diametro sphæræ densioris BCD, incidat ex aëre in



ejus superficiem, dico fore ut vi refractionis in puncto B factæ, ita detorqueatur, ut si continuetur, concurrat cum eodem axe DH, in puncto H, ultra G centrum sphæræ posito. Ducatur linea G B K.

Demonstratio. Linea GBK, ducta ex centro sphæræ G, perpendicularis est ad ejus superficiem, idcóque angulus A B K erit angulus inclinationis, cui æqualis est ad verticem angulus GBL. Sed (*per suppositionem primam*,) quoties radius obliquè incidit à medio rariori in superficiem medii densioris, fit refractio ad perpendicularem, angulusque refractus minor est angulo inclinationis. Ergo radius refractus cadet inter BI, & BG, & cum lineæ BI, DH sint parallelæ, radius BH concurret cum axe infra centrum G, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

In tali casu angulus BHG æqualis est angulo refractionis IBH, cum sint alterni in parallelis.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Radius axi parallelus, erumpens ex medio densiori sphærico, in rarius; vi refractionis cum axe concurrit.

Vide figuram præcedentem.

Radius IB axi DH sphæriei densioris BDE, parallelus, erumpat in aërem, dico fore ut non rectà pocedat in BA, sed deflectat concurratque cum axe HD, producto.

Demonstratio. Linea GBK, ex centro G ducta perpendi

perpendicularis est superficiei sphærici BDE; ergo inclinationis angulus IBG, cui æqualis est

oppositus ad verticem ABK, sed quoties fit transitus à densiori ad rarius, toties refractio fit à perpendiculari, hoc est radius refractus recedit à perpendiculari, angulusque refractus major est inclinationis angulo, fiet ergo angulus K B F, major angulo KBA, sunt autem ABI & DH parallelæ: ergo radius refractus BF, cum diametro DH producta concurret.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Ita est sinus anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, ut semidiameter sphærici densi ad radium refractum.

Vide figuram præcedentem.

Supponitur radius AB incidens ex raro in convexam superficiem sphærici BDE, esse axi parallelus qui concurrat cum axe in puncto E. Dico ita esse sinum anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, sicut semidiameter GB ad BH radium refractum.

Demonstratio. Cum lineæ AB, DH sint parallelæ, erunt anguli ABK, DGB, æquales, (*per* 30.1.) quare angulus DGB est æqualis angulo inclinationis, ejus autem sinus est idem ad sinus anguli obtusi BGH. Vidimus item angulum BHG esse æqualem angulo refractionis: sed in triangulo BGH ita est sinus anguli BGH ad sinum anguli obtusi BHG, ut BG ad GH. Ergo ita est sinus anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, ut semidiameter BG ad radium refractum BH; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Cum sinus anguli refractionis, ad sinum anguli inclinationis in vitro sit ut 1. ad 3. saltem initio quadrantis, seu ad vigesimum gradum, ideo radius B H erit triplus diametri, hoc est vi primæ refractionis uniretur radius ad sesquidiametrum. Quod autem res ita se habeat, etiam ex superioribus tabulis satis patet. Nam angulo inclinationis novem graduum respondet refractus 5.59. eritque differentia eorum angulus refractionis 3. graduum & unius minuti. Si sumatur inclinatio graduum 15. invenitur angulus refractus 9. 56. refractio 5. graduum & 5 minutorum. Unde vides deficere quinque minuta. Si verò assumeretur inclinatio 30 graduum angulus refractus esset 19. 28. & refractio gr. 10. 32. unde vides defectum minutorum 32. sinus item quos spectare potius debemus paulò magis ab hac regula deficiunt. Nam sinus graduum 3. & min. 1 est 5253.60. qui triplicatus dat 15700 80. Sinus autem anguli novem graduum est 15643. Si ergo reducantur ad minores numeros, ut præcisè sinus anguli refractionis esset tertia pars, sinus anguli inclinationis deberet hic ultimus esse 157. cum tamen sit tantum $156\frac{1}{2}$. Pariter posita inclinatione 15. graduum cui respondet in tabula angulus refractus 9. 56. refractionis angulus 5. 4. cujus sinus 885. triplicatus est 265. sinus autem graduum 15. erit 259. quare possumus facilè assumere tanquam verum quod angulus refractionis sit tertia pars anguli inclinationis saltem ad 20 graduum. Immò quod sinus anguli refractionis sit tantisper paulò major quam tertia pars anguli inclinationis.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

In egressu à vitro in aërem, angulus refractionis est semissis anguli inclinationis.

Supponatur in vitri ABD superficiem AB incidere radios EF, qui productus nisi intercederet refractio procederet in FH, sed qui refringatur in I eritque refractio H F I, graduum 3.20 min. Si inclinatio GFE sit 10 graduum, dico in egressu à vitro in aërem angulum refractionis obtinere mediam partem anguli inclinationis.

Demonstratio. Refractio fit reciprocè per eosdem radios, ergo si ponatur luminosum I, sitque radius incidens I F, & inclinatio sit IFK, 6 graduum, & 40 minutorum, radius refractus FE, & angulus refractus G F E 10 graduum, producatur I F in L, eritque angulus G F L æqualis opposito ad verticem I F K graduum 6.40. qui sublatus ex angulo G F E 10 graduum relinquit refractionis angulum LFE, graduum 3.20. ergo in egressu à vitro in aërem refractio est semissis anguli inclinationis; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Assumemus deinceps quod dum radius ab aëre in vitrum progreditur, saltem usque ad decimum inclinationis gradum, angulus inclinationis sit anguli refracti duplus, & anguli refractionis triplus. In egressu verò à vitro in aërem angulus inclinationis sit duplus anguli refractionis. Angulus verò refractus sit anguli inclinationis sesquialter, & anguli refractionis triplus.

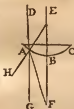
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

In semilente plano-convexa, plano ad luminosum obverso Radii axi paralleli, cum eo in extremitate diametri concurrunt.

Radiorum axi parallelorum unionem hactenus consideravimus, secundum unicam tantum refractionem, supposita scilicet, quod continuaretur idem corpus, sine ulla nova refractione. Nunc verò ad praxin descendimus easque præcipuè figuras inspicimus, quas adhibere solet dioptrica, aut quas vitro possunt artifices inducere.

Sit ergo semi lens plano convexa ABC, cujus plana superficies ABC ad solem obvertatur, sitque



DA radius axi parallelus, dico eum vi refractionis ita detorquendum, ut linea BF, seu AF, (nam in ista materia crassities vitri, quæ communiter modica est negligitur) sit æqualis diametro. Sit punctum E centrum convexitatis ABC, ducaturque EAH. Suppono autem arcum BA non excedere decem gradus.

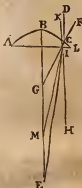
Demonstratio. Radius DA, in ingressu superficiei planæ, in quam perpendiculariter incidit ex suppositione non frangitur, quare sola restat refractio, quam in egressu vitri patitur. Cum ergo linea E A H sit perpendicularis ad superficiem convexam ABC, utpote ex ejus centro ducta, erit angulus D A E inclinatio cui æqualis est alternus AEB, & angulus GAF erit refractio. Sed (*per præcedentem*) sinus anguli refractionis est semissis sinus anguli inclinationis; ergo sinus anguli GAF, & illi æqualis A F B, erit semissis sinus anguli AEB. Sed ut in triangulo AEF ita sunt latera, ut sinus angulorum oppositorum: ergo A F est dupla ipsius AE, sed AE est semidiameter: ergo AF est æqualis diametro, & nulla habita ratione crassitiei lentis omnes radii paralleli axi, & non distantes ab eo plusquam decem gradibus, colligentur in puncto F distante à lente, diametro integra. Hoc punctum concursûs radiorum vocetur focus, eò quòd radii solares hoc modo lente convexa collecti ignem producunt.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Convexitate semilentis ad solem obversâ Radii axi paralleli cum eo uniuntur ad distantiam diametri.

Ejusdem lentis convexitate ABC ad solem obversâ, dico radius axi B G parallelos verbi gratiâ DC duplicem refractionem passos, unam quidem in ingressu vitri in puncto C, aliam verò in egres-



su in puncto I, ita detorqueri, ut conveniant cum axe in puncto M, sitque linea CM, aut BM æqualis diametro lentis. Ex centro E convexitatis ABC, ducatur linea ECF, quæ perpendicularis erit ad eam. Ducatur item H I K perpendicularis ad superficiem planam AL.

Demonstratio. Primò vi primæ refractionis factæ in ingressu vitri, dirigitur radius ad punctum E, estque CE æqualis sesquidiametro (*per coroll.* 13.) si nempè nulla nova refractio in egressu vitri accideret, seu in puncto I. Sed nova accidit in puncto I, estque inclinatio angulus CIK, cui opponitur ad verticem HIE, & hic æqualis alterno IEM. Detorqueatur radius in IM, eritque refractionis angulus EIM, cujus sinus est semissis sinus anguli inclinationis, ut illi æqualis I E M. Ergo sinus anguli I E M duplus est sinus anguli MIE. Sed in triangulo MIE, ita sunt latera sicut sinus angulorum oppositorum, ergo linea MI, seu neglecta crassitie lentis linea M C aut etiam MB, est dupla lineæ ME, sed linea BE, erat sesquidiameter (*per* 13.) ergo linea MB erit diameter, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quia hæc radiorum unio ad distantiam diametri in semilentibus convexis, non tantum ratiocinio, sed etiam experientia indubitata, ita ut assumatur tanquam indubitatum ab omnibus artificibus, qui in lentibus elaborandis versati sunt, ideo per regressum incipiendo ab experientia, possumus invenire, quam proportionem habeat sinus

sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, quos duos sinus potius spectare debemus, quam quoscumque alios, eò quòd ut demonstravimus in iisdem mediis eadem constans perseveret proportio horum sinuum, in omni omnino refractione.

Consideremus ergo unicam refractionem, ideoque planam semilentis superficiem obvertamus ad solem, sitque radius incidens AB, sitque inclinatio, nempè angulus, CBA, & alternus CBE, & arcus EB quinque graduum. Innotescet hoc modo proportio sinus inclinationis ad sinum anguli refracti, est autem angulus refractus GBD eundem sinum habens, ac ejus supplementum DBC, sed in triangulo CBD latus CB est semidiameter, & DE æqualis diametro, ut experientia ostendit. Eritque CD, sesquialtera ipsius DB, sed ut latera ita sinus angulorum oppositorum (*per 1. trigonometriæ*) ergo sinus anguli C, seu inclinationis duas tertias obtinet sinus anguli refracti in egressu ex vitro in aërem. Quia autem reciprocè fit refractio, si lucidum ponatur in D, quod radiet per DB, refringetur in BA, eritque angulus DBG inclinationis, & angulus CBA seu angulus C refractus, ergo in ingressu vitri sinus anguli inclinationis est sesquialter sinus anguli refracti. Ex quo deinde tabulam conficiemus.



PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Lente plano-convexa ignem possibile est generari.

Semilens ABC, cujus singuli arcus AB, BC non superent 30 gradus, exponatur soli verbi gratia secundum planam superficiem. Dico si sit satis magna, ignem accendendum in puncto D, ab ea distante diametro integra.

Demonstratio. Omnes radii à centro solis prodeuntes, sunt physicè paralleli inter se, poteritque ita soli objici semilens ABC ut sint axi BD paralleli. Sed hi radii omnes uniuntur in puncto D, (*per 15. & 16. hujus*) sed plures radii hoc modo collecti, fiunt robustiores, seipsis separatis, ergo si plures colliguntur sufficient ad comburendum.

Notandum autem non omnes radios à sole prodeuntes, esse inter se parallelos, sed tantum eos qui ab eodem solis puncto proficiscuntur, atque



adeo eos solos in unum punctum confluere. Hinc fit ut punctum foci aliquod spatium determinatæ magnitudinis sibi vendicet.

Idem eveniet si superficies convexa ad solem obvertatur, ejusque radios prima excipiat.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Si lucidum in puncto foci collocetur, Radii à semilente refringentur paralleli.

Vide figuram præcedentem.

Statuatur facis flamma in D puncto foci, hoc est ita ut distet à semilente tota diametro, dico radios omnes ab ea in semilentem incidentes refringi parallelos.

Demonstratio. Refractio fit reciprocè per easdem lineas (*ex 7. hujus*) sed radii paralleli axi refringuntur in AD, BD, CD; ergo vicissim radii DA, DB, DC remittentur paralleli, seu idem iter remetientur, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Si lucidum minus distet à semilente plano convexa quam ejus diametro, radii in eam incidentes per refractionem divergent minus tamen quam lente sublatâ.

Lucidum A, in axe AB positum, minus à semilente distet quam tota diametro, hoc est AD, sit minor lineâ DC, quæ sit æqualis diametro convexitatis DF. Dico, radium quemcumque AE, ita refringendum, ut divergat seu recedat ab axe; procedatque inter lineam EG, & EI axi parallelam.

Demonstratio. Si lucidum esset in puncto C, radius CE, refringeretur in radium EI parallelum axi; sed (*per 10. hujus*) radii à duobus punctis prodeuntes se intersecant refractè. Ergo radius

AE, post refractionem recedet à radio E I, non tamen coincidet cum EG, alioquin nullam, pateretur refractionem, quam tamen pati debet accedendo ad perpendicularem E K, ductam scilicèt à puncto K, centro convexitatis. Igitur radius refractus erit inter EI, & EG.

COROLLARIUM I.

Lucidum vicinius lenti, quam focus, ita radiat refractè per lentem, ac radiaret directè, si magis distaret quam focus. Ut si radios E H sit refractus respondens incidenti AE, & productus concurrat cum axè in P. Lucidum in A, ita radiat per refractionem, ac si existens in P, radiaret directè sine ulla refractione.

COROLLARIUM II.

Si radii incidentes in lentem convergant ad aliquod punctum diametri remotius foco, verbi gratia EH dirigatur ad punctum P, vi refractionis in semilente convexa, unientur in puncto A inter focum C & lentem.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Lucidi ultra focum in axe positi radii, cum axe concurrunt.

Lucidum D in axe BD positum sit ultra focum E, hoc magis distet à semilente quam diametro E B, dico ejus quemcumque radium DC, ita per refractionem detorquendum ut cum axe DI concurrat.

Demonstratio. Si alterum lucidum sit in puncto E, ejus radius EC, refringetur in radium C E axi parallelum. Sed (*per 10.*) radii incidentes in idem secundi diaphani punctum per refractionem se intersecant, ergo radius refractus incidenti DC respondens, non coincidet cum C F parallelo axi, sed cum eo concurret, in puncto G. Quia autem usque ad vigesimum gradum, semper eadem est ratio anguli inclinationis, & refractio-

nobis, omnes radii in eodem physicè puncto concurrent.

COROLLARIUM.

Quò lucidum magis distabit à lente, eò radii in puncto viciniori concurrent.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Sphæra vitrea radios solares axi parallelos unit ad distantiam quartæ partis diametri.

Sphæra vitrea ABC soli exponatur, sitque radius à sole per centrum ejus ductus ADH, alius radius F G ab eodem solis puncto, atque adeo propter immensam solis distantiam priori parallelus. Sit BE æqualis quartæ partis diametri; dico radium FG, per duplicem refractionem ita detorquendum, ut uniatur cum radio ADH in puncto E. Sit BH æqualis semidiametro. Quia vi primæ refractionis quæ fit in puncto G, radius dirigitur ad punctum H, nempè ad sesquidiametrum (*per corol.13.*) hic radius ad punctum H directus secet circum

circumferentiam in puncto G, ducaturque linea DCK.

Demonstratio. Angulus DCK est angulus inclinationis cui æqualis est oppositus ad verticem HCK sed HCK est æqualis duobus internis C. & H, qui æquales sunt cum lineæ DC, CH supponantur æquales, saltem physicè, ergo angulus H erit media pars anguli HCK, sed pariter refractionis angulus ECH, in egressu à vitro in aërem est semissis anguli inclinationis (*per 14. hujus*) ergo anguli H, & ECH sunt æquales, & (*per 5. 1.*) lineæ EC, EH sunt æquales eritque consequenter EH paulò major quam EB, & BE erit paulò minor quarta parte diametri, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

In sphæra vitrea aquâ plena aliter se res habet, neque enim refractiones in aqua, æquales sunt refractionibus in vitro. Nam vi primæ refractionis uniunt radius ad duplam diametrum, & vi secundæ ad tertiam partem diametri.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Sphæra vitrea, objecta remota exhibet ad distantiam quarta partis diametri.

Objectum GF, ita dissitum, ut radii ab eodem ejus puncto in sphæram vitream incidentes, pro physicè parallelis assumi possint, radiet in sphæram vitream ABCD; dico fore ut talis objecti imago inverso situ post sphæram vitteam efformetur. Ex punctis F & G aliisque omnibus intelliganmr radii GEH, FEI, per centrum E transeuntes.

Demonstratio. Vivida, & distincta erit imago, si plures radii ad eandem objecti partem pertinentes in eodem puncto concurrant, nullique alii cum iis misceantur, sed si objiciatur sphæra vitrea id accidet. Nam cum omnes radii à puncto G, in sphæram incidentes ob maximam distantiam pro parallelis sumi possint; unientur omnes in axe GEH, in quarta parte diametri (*per præcedentem*) idem accidet radiis à puncto F, in sphæram incidentibus qui unientur in puncto, idem dicendum est de aliis omnibus punctis: ergo verè vivida erit imago à pluribus scilicèt radiis formata, & distincta, quod erat demonstrandum.

Quia tamen non omnes radii axi paralleli in idem ejus punctum confluunt, sed tantum hinc inde usque ad vigesimum, ideò si tota sphæra detegatur, non vitabitur confusio.

COROLLARIUM I.

Si objectum esset HI, imago esset GF. Ideòque sicut objecti magni, sed distantis, imago fit parva, ita etiam objecti parvi, sed vicini, imago fit magna.

COROLLARIUM II.

Ut distantia objecti dissiti à centro lentis, ad tres quartas diametri, ita diameter objecti ad diametrum imaginis. Nempè triangula GEF, HEI sunt æquiangula; eritque ut GE, ad EH ita GF, ad HI. Hinc si accedat objectum recedet imago.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Lens utrinque æqualiter convexa, unit radios axi parallelos, circa centrum suæ convexitatis.

In lentem æqualiter convexam, seu compositam ex segmentis æqualium sphærarum, incidat radios DB axi MN parallelus, sitque punctum I, centrum convexitatis ABC; dico radium AB, concursurum cum axe MN in puncto I. Sit Ipunctum

punctum L centrum convexitatis A K C, sintque MI, IH, HN æquales, ducaturque LEF.



Demonstratio. Radius D B vi primæ refractionis, seu in ingressu lentis, detorquetur ad sesquidiametrum seu ad punctum N, (*per coroll.* 13.) ducta autem linea L E F angulus inclinationis est BEL, cui æqualis est oppositus ad verticem FEN, hic autem F E N duobus internis L, N æqualis est (*per* 32.1.) quia autem si non habeatur ratio crassitiei lentis, quæ ut plurimum est nihili linea LN est lineæ LE quadrupla. Ut autem latera trianguli LNE, ita sinus angulorum oppositorum; ergo sinus anguli NEL, seu NEF, quadruplus est sinûs anguli N. Sed in triangulo NIE, cum latus NI duplus sit lateris IE, sinus anguli IEN, duplus erit sinus anguli N, sed sinus anguli inclinationis FEN, erat ejusdem quadruplus, ergo sinus anguli FEN est duplus sinus anguli IEN. Ergo IEN est verus angulus refractionis, qui tali inclinationi competit ut vidimus, ergo refractio detorquebit radium BE, in punctum I centrum convexitatis; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Semi-lens plano convexa minoris sphæra, æquivalet lenti integræ sphæra duplò majoris.

Nam si detur semilens plano convexa, sitque semidiameter convexitatis, unius semipedis, uniet radios in extremitate diametri, seu in distantia unius pedis. Si detur lens integra cujus semidiameter convexitatis sit unius pedis, uniet radios in extremitate semidiametri seu ad distantiam unius pedis.

Cæteris tamen paribus satiùs est uti convexo-convexa, quam plano convexa, quia cum convexo-convexa sit majoris sphæræ portio, pauciores sub eadem magnitudine ejus gradus continebit atque adeo exactius radios parallelos in eodem axis puncto colliget.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Lentis convexo-convexa, etiam inæqualium sphæricitatum, focum determinare.

Vide figuram præcedentem.

Proponatur lens convexo-convexa A B C O, æqualium, aut inæqualium sphæricitatum, cujus focus determinandus sit I M semidiameter sphæricitatis ABC, quæ ad lucidum obvertitur triplicitur, sitque M N. Ductâ DB parallelâ axi jungatur BN secans convexitatem KOC in puncto E, tum ex centro L ducatur LEF, fiatque angulus N E I semissis anguli FEN, dico punctum I esse focum hujus lentis.

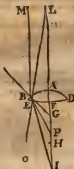
Demonstratio. (*per cor.* 13.) vi primæ refractionis radius dirigitur ad sesquidiametrum convexitatis in quam incidit, sed MN supponitur tripla semidiametri; ergo radius D B vi primæ refractionis dirigitur ad punctum N. Sed in egressu vitri angulus refractionis est semissis anguli inclinationis, (*per* 14.) inclinatio autem est angulus BEL, cui oppositus FEN, æqualis. Fecimus autem angulum NEI dimidium anguli FEN; ergo radius luminis verè detorquetur in punctum I, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Ut aggregatum semidiametrorum convexitatum ad semidiametrum obversa ad lucidum; ita diameter reliqua ad distantiam foci.

Proponitur lens convexo-convexa BADF, cujus convexitas BAD ad lucidum obvertitur, hoc



est excipit radium MB axi parallelum. Sit AG ejus semidiameter, sit item L F, semidiameter alterius convexitatis, & neglectâ lentis crassitie sit L G aggregatum semidiametrorum; dico ita esse hoc aggregatum LG ad AG, sicut dupla LF ad AP distantiam foci. Sit AI tripla AG, vi primæ refractionis radius MB detorquetur in I, estque in secunda refractione B E L angulus inclinationis, cui est æqualis OEI, & angulus refractionis IEP est ejus semissis, seu melius sinus anguli IEP est semissis anguli O E I.

Demonstratio. Ita est in triangulo LEI, sinus anguli I, ad sinum anguli IEL, seu OEI. ut LE seu LF, ad LI; & ita consequenter erit sinus anguli I, ad dimidium sinum anguli OEI, seu ad sinum refractionis IEP, ut dupla LF ad LI. Perinde enim est minuere consequens & augere antecedens. Sed ut sinus anguli I ad sinum anguli IEP, ita est PE, seu AP ad PI. Ergo ita erit dupla LF, ad LI, ut AP ad PI. Et componendo ita erit dupla

dupla LF cum LI ad duplam LF, ut AI seu tripla AG ad AP. Sed dupla LF, cum LI, continet ter LF, & AI, seu ter AG; ergo ita erit ter AF cum ter AG, ad duplam AF, ut ter AG ad AP, ergo ita erit simplex AF cum AG, ad duplam AF, ut simplex AG ad AP, seu alternando ita erit aggregatum ex AF & AG ad AG, ut dupla AF ad AP, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

In lentibus convexo-convexis quibuscumque eadem est foci distantia, quamcumque convexitatem ad lucidum obvertas.

Supponatur unius convexitatis semidiameter esse A, & alterius B.

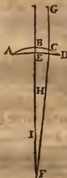
Demonstratio. Si faciem A obvertas ad lucidum, ita erit AB ad A, ut 2 B ad distantiam foci, ergo rectangulum sub AB,& foci distantia, æquale est rectangulo sub A & 2 B. Si verò faciem B ad lucidum obvertas, ita erit AB ad B, ut 2 A ad distantiam foci, & pariter rectangulum sub AB & distantia foci æquatur rectangulo sub B & 2 A. Sed rectangulum sub 2 A & B, æquatur rectangulo sub 2 B & A, cum utrumque duplum sit rectanguli sub AB. Ergo in utroque casu est idem rectangulum sub AB & distantia foci, quod divisum per AB, exhibet eandem foci distantiam.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Lunula seu meniscus habens diametrum concavitatis triplum diametri convexitatis, focum habet distantem semidiametro concavitatis.

Sit meniscus seu lens convexo concava, sitque concavitatis semidiameter FB, tripla convexitatis



semidiametro HB. Dico radium GC axi parallelum, vi refractionis detorquendum in F.

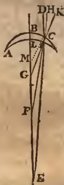
Demonstratio. Radius GC vi primæ refractionis factæ in puncto C (*per coroll.13.*) detorquebitur ita ut tendat ad punctum F. Quod cum supponatur esse centrum concavitatis ED, linea CF ad eam erit perpendicularis, ergo in egressu è lente nullam patietur refractionem, ergo rectà tendet ad F; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Datâ convexitate, invenire concavitatem quæ illi addita meniscum faciat determinati foci.

Proponatur convexitas ABC, cujus semidiameter MB, & BF sit illius tripla, quæritur concavitas, quæ addita faciat meniscum foci E, hoc est, quæ radium axi parallelum refringat in E. Ducto radio DC, parallelo axi, ducatur linea CF, in qua seligatur punctum I à quo ducatur IF, fiatque angulus FIG, anguli FIE duplus; dico si ex G intervallo FI describatur circulus ALI formandam meniscum, cujus focus erit in puncto E.

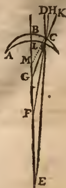


Demonstratio. Cum vi primæ refractionis radius DC dirigatur ad punctum F (*per coroll.13.*) radius CI erit incidens respectu secundæ refractionis, & angulus inclinationis erit HIK, cum linea GK, ex centro G ducta sit perpendicularis ad concavitatem ALI. Huic autem angulo HIK æqualis est oppositus GIF, qui factus est duplus anguli FIE, sed (*per 14.*) in egressu è vitro refractionis angulus est semissis inclinationis, ergo angulus FIE est legitima refractio, radiusque detorquebitur in E; quod demonstrandum erat.

COROLLARIUM.

Trigonometricè hoc problema solvitur. Supponatur MB esse 6 digitorum, & BF illius triplam 18, quæritur focus E, ita ut BE sit digitorum 24. In triangulo FIE habentur omnia latera, nam FI est proximè 18. FE 6. EC 24. Est autem ut latus EI 24 ad latus FE 6, ita sinus anguli IFE ad sinum anguli FIE, nempe ut 24 ad 6. & sinus anguli GIF est duplus FIE. Ergo erit 11; sed ut sinus anguli GIF ad sinum anguli GFI, seu supplementi IFE, ita latus GF ad

ad GI, ergo GI erit media pars lineæ GI seu GB. Quare si FB esset digitorum 18. erit GB digitorum 12.



Hæc propositio potest esse utilis in elaborandis lentibus, ita ut sub eadem convexitate focum cujuscumque distantiæ habere possimus: ita si convexitati cujus semidiameter sit 6 pedum, semidiameter convexitatis pedum 18. dat distantiam foci pedum 18.

Semidiameter concavitatis 12 pedum dat foci distantiam pedum 24.

Semidiameter concavitatis 10. dat foci distantiam pedum 30.

Semidiameter concavitatis pedum 9, dat foci distantiam 36.

Semidiameter concavitatis pedum 8$\frac{5}{16}$ dat foci distantiam 45.

Semid. conc. pedum 7$\frac{3}{5}$ dat foci distantiam pedum 48.

Semidiameter conc. pedum 7$\frac{2}{5}$ dat foci distantiam pedum 60.

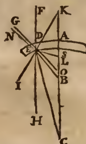
In hoc tamen negotio mediocritas tenenda est. Licèt enim verum sit, quod lentes minoris sphæræ facilius elaborentur, ne tamen pro foco valdè distante, ne fiant lentes seu menisci convexitatis nimis acutæ ut vocant, seu minoris sphæræ. Cum enim lentes majoris foci, magis etiam aperiri debeant, ut nempè sufficientes radios excipiant, & objectum satis illuminatum excipiant, periculum esset si minorem haberent convexitatem, ne apertæ ut par est radios exciperent nimis ab axe distantes, qui consequenter cum axe non unirentur præcisè in eodem puncto. Meniscus tamen cujus convexitatis semidiameter esset 6 pedum, & quæ focum haberet distantem pedibus 60, posset aperiri ad quinque digitos, & radii extremi ab axe distarent duobus circiter gradibus hine inde, atque adeò non puto ullam inde sequi confusionem.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Meniscus æqualis convexitatis, & concavitatis inutilis est, nullumque habet focum.

Sit meniscus DA convexitas adæquet concavitatem, sitque convexitatis semidiameter OA, concavitatis illi æqualis BS, dico hanc meniscum inutilem esse. Hoc est radios parallelos axi restituere parallelos.



Sit enim talis radius FD. Ducatur ex centro convexitatis O linea ODG.

Demonstratio. Vi primæ refractionis factæ in puncto D, dirigetur radius ad punctum C. (*per corol. 13.*) & producta linea DH, erit angulus ODC refractus duæ tertiæ anguli inclinationis, & HEC refractionis alia tertia pars, ducatur BEN; lineæ ODG parallela, erit angulus inclinationis DEN æqualis opposito BEC. Sed angulus BEC duplus est anguli HEC, & in egressu à vitro in aërem refractio est semissis inclinationis: ergo angulus HEC est refractio quæ accidit in egressu; ergo verè radius parallelus restituitur.

COROLLARIUM I.

Si centrum concavitatis esset in L, convexitate eâdem perseverante ducta linea LE, respectu secundæ refractionis angulus inclinationis esset LEC, aut illi æqualis, oppositus si produceretur LE. Hic autem LEC major est quam LEC; ergo augendus esset angulus refractionis, & pro HEC, esset verbi gratiâ IEC, unde radius FD fieret divergens in EI, & productus secaret axem in K. Vocetur punctum K focus virtualis. Hinc est radius FD ita detorquetur per duplicem illam refractionem quasi procederet ex puncto K.

COROLLARIUM II.

In meniscis æqualium sphæricitatum perinde est sive concavitatem, sive convexitatem ad lucidum obvertas. Sicut enim radius incidens FD, remittitur parallelus in EH, ita EH remittetur parallelus in DF; cum refractio fiat reciprocè per eosdem radios.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si meniscus concavitatis semidiametrum triplam habens semidiametri convexitatis, concavitatem ad lucidum obvertat, foci distantiam pariter æqualem habebit semidiametro concavitatis.

Meniscus AB, concavitatis semidiametrum AI triplam habeat semidiametro convexitatis CA & & concavitatem obvertat ad lucidum, ita ut EB

sit radius incidens, qui per duplicem refractionem refringatur in M, dico AM, æqualem esse ID. hoc

K E D C B I A L G H F M

est perinde esse quamcumque faciem obvertat ad lucidum. Ducatur ex centro concavitatis D, linea DBG quæ perpendicularis erit ad concavitatem, eritque propterea EBD angulus inclinationis. Sit angulus G B H refractus, cujus sinus in ingressu duas tertias obtinet, sinus anguli inclinationis. Huic autem G B H æqualis est oppositus K B D, ergo sinus anguli KBD duas tertias obtinet sinus anguli E B D, seu alterni BDA. Sed in triangulo KBD, latera se habent ut sinus angulorum oppositorum, ergo DK obtinet duas tertias lineæ KB, seu KI; ergo KI tripla est ipsius DI, & noncupla CA, seu CO & KC octupla; sed ut KC ad CO, ita sinus anguli KOC ad sinum anguli K.

Demonstratio. In secunda refractione, angulus BOC æqualis opposito L O H est inclinatio, & H O M refractio erit ejus semissis est; autem LOH æqualis opposito LOC Ergo sinus anguli LOC octuplus est sinus anguli K, & sinus anguli HOM est quadruplus sinus anguli K. Sed ut sinus anguli HOM, seu illius supplementi MOK, ad sinum anguli K, ita in triangulo O K M linea KM ad OM. Ergo KM est quadrupla OM; & cum angulus HOM æqualis sit duobus K & M; M erit triplus K circiter. Ergo K O erit tripla OM; sed erat tripla OD, seu OA, ergo OM, OD sunt æquales; ergo foci distantia eadem est quamcumque ejus faciem ad lucidum obvertas.

COROLLARIUM I.

Si in concavam superficiem radius parallelus incidat, ut EB, ita vi primæ refractionis detorquetur in H, ut productus perveniat ad punctum K, sitque I K tripla I D.

COROLLARIUM II.

Si similem demonstrationem instituamus circa alias meniscos, inveniemus æqualem semper foci distantiam respondere, sive convexitas, sive concavitas ad lucidum obvertatur.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

In meniscis propriis, ita est differentia inter semidiametros convexitatis, & concavitatis, ad semidiametrum convexitatis; ut diameter concavitatis ad distantiam foci.

Voco meniscum propriam, cum semidiameter convexitatis minor est radio convexitatis. Talis ergo proponatur E A, sitque G A semidiameter convexitatis, sitque GI ejus tripla; & semidiameter concavitatis sit prima LF, ita ut centrum L sit inter G & I, dico ita esse L G, differentiam

O M B A E F G L I P

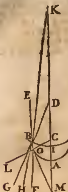
utriusque semidiametri, ad AG, semidiametrum convexitatis, ut dupla AL, seu diameter concavitatis ad AP distantiam foci. Primò habemus (*per coroll.* 13.) quod vi primæ refractionis radius dirigetur ad punctum I. Secundò quod cum linea LEO ex centro concavitatis ducatur sit ad eam perpendicularis. Tertiò sinum anguli inclinationis BEO, seu oppositi LBI, esse duplum sinus anguli refractionis IEP. Quartò angulos LIE, EIP habere eundem sinum.

Demonstratio. In triangulo L E I ita est sinus anguli LEI ad sinum anguli LIE, ut I L ad LE seu L F, & consequenter ita est dimidius sinus LEI, seu sinus anguli PEI, ad sinum anguli EIL, ut LI ad duplam LF. Perinde enim est augere consequens, ac minuere antecedens; sed in triangulo EIP, ita est IP ad EP, seu PF, ut sinus anguli PEI, ad sinum anguli EIP; ergo ita est LI ad duplam LF, ut IP ad PF. Et alternando ita erit LI ad IP; sicut 2 L F ad P F; & componendo ita erit LP, ad IP, ut 2 L F cum PF, ad PF: est autem 2LF, cum PF. æqualis 3LF, cum LP. Ergo ita est 3LF cum LP ad PF, sicut LP ad I P. Quia igitur ita est tota 3LF cum LP. ad totam PF, ut ablata LP ad ablatam IP. ita erit reliqua 3 LF, ad reliquam FI. seu triplam FG, ut 2 LF, cum PF ad PF. Ut autem 3 LF, ad 3 FG ita LF, ad FG, ergo ita erit LF ad FG, ut 2 LF cum PF, ad PF, ergo ita erit LG excessus majoris supra minorem, ad minorem FG, ut 2 LF ad FP, quod erat demonstrandum.

2. Supponatur ut prius radius convexitatis AG, ejus tripla AI. sed radius concavitatis sit infra I, nempè in L, cum ergo vi primæ refractionis ra-

ctius dirigatur in I, & linea LE, ducta ex centro L, sit perpendicularis ad concavitatem E F, angulus oppositus ad verticem, angulo LEI erit inclinatio, & angulus IEP erit refractio, ideoque sinus anguli LEI duplus erit sinus anguli IEP, (*per* 54.) anguli item EIP, EIL eundem habent sinum.

Demonstratio. (*Per* 5. *Trigon.*) in triangulo LEI, ita est sinus anguli LEI ad sinum anguli I, ut sicut LI ad LE seu LF, & consequenter ita erit



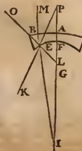
dimidius sinus LEI, seu sinus IEP, ad sinum I ut LI, ad 2 LF: sed in triangulo EIP, ita est sinus anguli IEP, ad sinum anguli I, ut IP ad PE, seu PF. Ergo ita est, LI ad 2 LF, sicut IP ad PF, & permutando ita erit 2 LF ad FP; sicut LI ad IP. & ut unus antecedens ad suum consequentem, ita omnes antecedentes ad omnes consequentes. Ergo ita erit 2 LF cum LI, ad PF, IP, seu IF, ut 2 LF. ad FP, & componendo ita erit 2 LF, cum LI & FI, hoc est tripla LF, ad IF seu triplam FG, ut 2 LF cum FP ad FP. Ut autem triplæ ita & simplæ; ergo ita erit LF ad FG, ut dupla LF cum FP, ad FP. & consequenter dividendo ita erit excessus primæ supra secundam, ad secundam id est LG ad FG, sicut excessus tertiæ supra quartam ad quartam, hoc est dupla LF ad FP; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

In meniscis impropriis ita est differentia semidiametrorum convexitatis, & concavitatis ad semidiametrum convexitatis, ut diameter concavitatis ad distantiam foci virtualis.

Voco meniscum improprium cujus semidiameter concavitatis minor est semidiametro convexitatis. Voco autem focum virtualem punctum axis quod respiciunt radii divergentes. Sit ergo talis meniscus FB, semidiameter convexitatis AG. ejus tripla AI, semidiameter concavitatis LF. In hoc prævalet concavitas, atque adeo radios M B post duplicem refractionem recedet ab axe, ut in EK, radius autem KE respicit punctum P diametri, quod voco focum virtualem. Dico ita esse L G differentiam semidiametrum AG, FL, ad AG semidiametrum convexitatis, ut 2 F L diameter concavitatis ad AP. Primò habemus (*per coroll.* 13.) vi primæ refractionis radium B M detorqueri in I, atque adeo ducta ex centro concavitatis L, linea LEO angulus B E O cui æqualis est LEI, erit inclinatio, & angulus KEI refractio, cujus sinus qui est etiam sinus anguli IEP, est dimidius sinus anguli I E L.



Demonstratio. In triangolo I E L, ita est sinus anguli I E L ad sinum anguli I, ut I L ad LE, seu LF, & consequenter ita erit dimidius sinus IEL, seu sinus anguli I E P ad sinum angoli I, sicut LI ad doplam LF; perinde enim est minuere antecedentem, ac augere consequentem: sed in triangulo IEP, ita est sinus anguli IEP ad sinum anguli I, ut IP ad EP, seu PF, neglecta crassitie menisci. Ergo ita est LI ad duplam LF, ut IP ad PF, seu PA & dividendo auferendo secundum terminum à primo ita erit excessus lineæ LI, supra 2 LF, ad 2 LF ut IF, seu IA, ad PA. Quod si eadem linea FL addatur tam lineæ LI, quam duplæ LF, fiet FI & 3 LF, eritque idem excessus ac antea, ergo ita erit excessus lineæ F I, seu 3 AG supra 3. LF, ad 2 LF, ut IA ad PA. & alternando ut excessus 3 AG supra 3 LF, ad 3 AG, ita 2 LF ad PA. Sed ut excessus 3 AG supra 3 LF, ad 3 AG, ita excessus unus AG, supra unam LF, ad AG, seu LG ad AG; ergo ita est LG ad AG sicut 2 LF, ad AP, quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

In meniscis impropriis si concavitatis obversa ad lucidum semidiameter, fuerit triens convexitatis, focus virtualis erit in centro convexitatis.

Menisci improprii DE concavitatis obversæ ad lucidum, semidiamer AE sit tertia pars semidiametri convexitatis nempè C D; dico radium E I axi parallelum, ita detorqueri in I F in egressu vitri quasi veniret ex C.

Demonstratio. (*Per coroll.* 19.) radius E I, vi primæ refractionis ita detorquetur, ac si veniret ex puncto C, posito quod D C sit tripla ipsius AE, & cum C supponatur centrum convexitatis, radius hoc modo refractus, erit perpendicularis ad

ad convexitatem nullamque ibi refractionem patietur; ergo ita procedet ac si veniret ex puncto C.



COROLLARIUM I.

Si eadem meniscus obverteret convexitatem ad lucidum, ita esset CA differentia semidiametrorum ad CD semidiametrum convexi, ut dupla AE, seu CA ad distantiam foci; sed primus & tertius terminus æquales sunt; ergo secundus, & quartus æquales erunt. Eritque focus in distantia semidiametri convexi. Quare perinde est quamcumque faciem ad lucidum obvertas.

COROLLARIUM II.

Regula generalis esto pro omnibus sphæricis utrinque specillis. Si sphæricitates sint oppositæ seu in diversas partes respiciant, fiat, ut aggregatum semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita altera diameter integra ad distantiam foci.

Vel ut aggregatum diametrorum ad unam diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci, si sphæricitates sint obversæ in eandem partem, ita erit differentia semidiametrorum ad semidiametrum convexitatis, ita diameter integra ad distantiam foci.

Vel ut differentia diametrorum ad unam diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci.

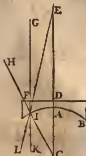
PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Focus virtualis specillorum plano concavorum est in distantia diametri concavitatis.

In specillum plano concavum AE, incidat radius G F axi parallelus, dico ita detorquendum hunc radium in I L, ut productus attingat in axe punctum E, sitque A D, æqualis diametro concavitatis. Primò facies plana F D excipiat radium G F.

Demonstratio. Cum radius G F sit axi parallelus, erit ad superficiem F D rectus, atque adeo nullam patietur refractionem; sed rectà procedet in I. Ducatur ex centro concavitatis C, linea CIH quæ perpendicularis erit ad superficiem concavam, eritque propterea inclinatio, angulus FIH, cui æqualis est oppositus KIC. seu alternus C. Sed in egressu è vitro in aërem sinus anguli refractionis est dimidius sinus inclinationis, ergo sinus anguli LIK, seu anguli E ei oppositi in parallelis, erit semissis anguli C. Sed in triangulo



EIC, ut sinus anguli C ad sinum anguli E, ita est E I ad I C, ergo E I, seu EA dupla est AC; & cum AC sit semidiameter, AE erit diameter, quod erat demonstrandum.

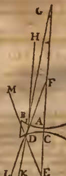
Secundò concavitas ejusdem specilli excipiat radium parallelum GI, sit AC semidiameter, concavitas AN, diameter, AE sesquidiameter. Dico pariter punctum N esse focum virtualem.

Demonstr. (*Per coroll.* 19.) vi primæ refractionis factæ in puncto I, ita refringitur radius, ac si veniret ex puncto E, ducta autem FK, perpendiculari ad superficiem planam, erit LFK inclinatio, cui æqualis est angulus oppositus LFH. Est autem sinus anguli refractionis MFL, seu oppositi EFN, semissis anguli inclinationis LFH. (*per* 14.) seu anguli E oppositi in parallelis. Ergo sinus anguli E, duplus est sinus anguli NFE, sed in triangulo EFN, ut sinus angulorum, ita & latera; ergo latus NF seu NA duplus est lateris N E; & consequenter E A, erit sesquialtera lineæ N A; ergo NA est diameter; quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Specilla æqualiter utrinque concava, focum virtualem habent ad distantiam semidiametri.



Sint concavitatum AB, DC semidiametri AP, CE, æquales dico radium H I axi parallelum ita

divergere

divergere post duplicem refractionem, ac si recta procederet ex puncto F. Sit AG tripla AF.



Demonstratio. Radius HI, vi primæ refractionis factæ in puncto I, ita detorquetur in IK, ac si veniret ex puncto G (*per coroll.* 19.) ducatur ex E, centro concavitatis DC linea EDB, quæ perpendicularis erit ad concavitatem DC. atque adeo angulus inclinationis erit IDM, cui æqualis est oppositus KDE, est autem sinus anguli refractionis LDK seu oppositi GDF, semissis sinus inclinationis KDL, seu EDG. Sed in triangulo DEG, sinus anguli EDG ad sinum anguli G est ut GE ad DE; nempè ut 4 ad 1. ergo sinus anguli G est quarta pars sinus anguli EDG. Sed sinus anguli GDF, est ejusdem semissis, ergo sinus anguli G est dimidia pars sinus anguli GDF. In triangulo autem GDF, ita se habent latera, ut sinus angulorum oppositorum; ergo GF est dupla lineæ FD, seu FA; & cum tota GA sit supposita tripla semidiametri, erit focus in distantia semidiametri, quod demonstrandum erat.

COROLLARIUM.

Specillum utrinque æqualiter concavum majoris sphæræ verbi gratia semidiametri unius pedis, æquivalet specillo plano concavo sphæræ duplò minoris, nempè semidiametri semipedis; nam primum habet focum in distantia semidiametri, seu unius pedis, secundum in distantia suæ diametri, hoc est pariter unius pedis.

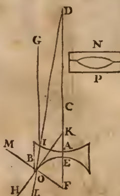
PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Specilli utrinque cavi focum virtualem reperire.

Sit inveniendus focus virtualis, specilli concavo concavi AE, sit ductus axis, sitque C centrum concavitatis AI, & FE centrum concavitatis OE, sit AD tripla AC; assumpto quolibet puncto I ducatur DIL secans concavitatem OE. In puncto O ducatur FOM, fiatque angulus HOL semissis anguli LOF, pro linea HOK, exhibebit punctum K pro foco virtuali.

Demonstratio. Vi primæ refractionis radius parallelus GI refringitur in IO, ita ut OI tendat in D (*per cor.* 19.) & cum FOM ex F centro concavitatis OE ducta sit ad eam perpendicularis



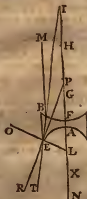
erit, atque adeo angulus JBM erit inclinationis; huic autem æqualis est oppositus LOF, fecimus autem angulum HOL, ejus dimidium. Ergo HOL est angulus refractioni respondens in egressu à vitro in aërem, ergo OH est radius refractus, & consequenter punctum K erit focus virtualis.

Notandum autem quod si cavitates se respicerent, ut vides in NP idem omnino præstaretur. Ita sæpe experimur in vitro bullas paulò majores, ex intercepto à superficiebus planis aëre enatas specilli concavi proprietates habere.

PROPOSITIO XXXVIII.

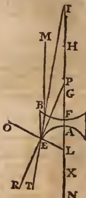
Theorema.

Ut aggregatum semidiametrorum concavitatum specilli concavi, ad semidiametrum concavitatis obversæ ad lucidum, ita diameter à reliqua, ad distantiam foci virtualis.



Proponitur specillum concavum FG, sit semidiameter

diameter concavitatis BF, obversæ ad lucidum, LA, semidiameter cavitatis AE. Sit FI tripla FG,



MB radius axi parallelus, qui post duplicem refractionem divergat in ER. Sitque focus virtualis punctum P; dico ita esse LG, aggregatum semidiametrorum, ad FG, sicut dupla LA ad FP. Certum est enim quod (*per coroll. 19.*) vi primæ refractionis factæ in puncto B, radius divergat in BE, ita ut recta EB tendat in I. Ducatur LEO, eritque angulus inclinationis OEB, cui æqualis est oppositus TEL; certum est item (*per 14.*) sinum refractionis RET, seu IEP, duplum esse sinus anguli TEL, seu supplementi ejus LEI.

Demonstratio. In triangulo ELT, ita est sinus anguli LEI ad sinum anguli I, ut LI ad EL seu LA. Quare ita erit dimidius sinus anguli ELT, seu sinus anguli IEP ad sinum I, ut LI ad duplam LA, nam perinde est minuere antecedentem, ac augere consequentem. Sed ut sinus anguli IEP ad sinum anguli I, ita in triangulo IPE, latus PI ad latus PE, seu neglecta crassitie vitri ad FP; ergo ita est LI ad duplam LA, ut PI ad PP: & componendo LI cum dupla LA ad duplam LA, ut PI cum PF ad PF 2LA PA ad PA; sed dupla LA cum LI, est tripla LA, & FI, est tripla FG. Item PI cum PF, est FI seu tripla FG; igitur ita erit tripla LA & tripla FG ad duplam LA, ut tripla FG ad PF; sed ut triplæ ita & simplæ; ergo ita erit LA, cum FG ad duplam LA, ut FG ad PF, vel alternando ut LA, & FG ad FG, ita dupla LA ad PF; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Vides superius assignatas regulas esse universales pro omnibus specillis convexis, concavis, & mixtis.

COROLLARIUM II.

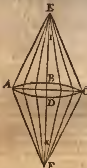
Radius convergens ad focum virtualem specilli post duplicem refractionem redditur parallelus. Ut in hac figura, si luminosum radiaret per lineam RE, quæ tendit ad focum virtualem P post duplicem refractionem remitteretur parallelus in BM. Refractio enim fit reciprocè per eosdem radios.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

In convexo-convexis si lucidum sit in extremitate diametri, focus in alterius diametri, extremitate consistetur.

Hactenus radios parallelos axi consideravimus, & lucidum in tanta distantia ut radii ab eodem ejus puncto in lentem incidentes pro parallelis haberi possent, ostendimusque in quo axis puncto convenirent, vel à quo divergerent; nunc lucidi distantiam mutamus, ostendimusque ejus focum in variis à specillo distantiis.



Proponitur lens convexo-convexa ABCD, constituiturque lucidum in puncto E, ita ut BE sit æqualis diametro convexitatis ABC. Dico focum esse in puncto F, lineam DF, æqualem esse diametro convexitatis ADC.

Demonstratio. (*Per 18.*) radii à puncto E procedentes refringuntur in lente paralleli axi, imo perseverarent paralleli, si lens esset plano convexa, sed (*per 16.*) radii paralleli axi, uniuntur in extremitate diametri, nempe in F. Hoc ita consideretur lens, ut divisa in duas lentes plano convexas, vi primæ refractionis radii ex puncto E, incidentes in convexitatem ABC fiunt paralleli axi, & vi secundæ refractionis, factæ in convexitate ADC uniuntur in puncto F.

COROLLARIUM.

Si lucidum E sensim admoveatur lenti, focus recedet; ita ut si distaret tantum semidiametro à lente convexo-convexa fierent paralleli: hoc est imago esset in distantia infinita. Sed hæc melius sequentibus propositionibus definientur.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

In plano-convexis ita est excessus distantiæ lucidi supra diametrum, ad diametrum, ut tota distantia objecti ad distantiam foci.

Proponatur specillum plano-convexum, sitque

FD semidiameter convexitatis, DS diameter; ponaturque lucidum in A, eritque AD ejus distan-



tia à lente A, excessus distantiæ supra diametrum. Sit eadem ratio AS ad SD, ut AD ad DK, dico punctum K esse focum, seu radios à puncto A emissos. Verbi gratiâ AE, post duplicem refractionem confluere in K. Sit enim KL semissis lineæ DK, sicut DF est semissis lineæ DS, cum autem ita sit AS ad diametrum DS, ita AD ad DK, ita erit AS ad SF, sesquidiametrum, ut AD ad DL, quæ est sesquialtera ipsius DK. Eritque componendo AF ad SF, ut AL ad DL, dico radium incidentem AE, vi primæ refractionis dirigi ad punctum L, & vi secundæ in K. Ducatur enim ex centro F linea FEq, eritque inclinatio AEq, ostendere debeo huic inclinationi respondere angulum refractionis YEL, quia nempe est tertia pars anguli AEq, seu YEL.

Demonstratio. In triangulo AEL ita est AL ad LE, seu LD, ut sinus anguli AEL aut suplementi YEL, ut ad sinum anguli A. Sed ut AL ad DL, ita ut probavimus AF ad SF, seu triplam radii EF; ergo minuendo ultimum terminum & augendo primum, ita erit triplus sinus anguli YEL ad sinum anguli A, ut AF ad tertiam partem SP, nempe ad AE. Sed in triangulo AEF, ita est AF ad FE, sicut sinus anguli AEF, seu suplementi AEq; ergo ita est triplus sinus anguli YEL, ad sinum anguli I, ut sinus anguli AEq, ad eundem sinum I; ergo sinus anguli inclinationis AEq triplus sinus YEL. Ergo angulus YEL est angulus refractionis tali inclinationi respondens; ergo radius AE, vi primæ refractionis dirigitur ad L.

Dico vi secundæ refractionis factæ in egressu vitri in puncto E, radium refringi in K. Ducatur radius MER axi parallelus, & consequenter perpendicularis ad superficiem planam. Eritque inclinatio GER æqualis MEL, probare debeo sinum anguli MEL duplum esse sinus anguli LEK, seu sinum anguli refracti MEL, aut illi alterni EKF triplum esse sinus anguli LEK.

Demonstratio. In triangulo LEK, ita est LE, seu LD ad LK, sicut sinus anguli EKL, aut suplementi EKF, ad sinum anguli LEK; sed LK, facta est tertia pars lineæ LD; ergo sinus anguli EKF, est triplus sinus anguli LEK, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Si objectum fuerit in distantia dupla diametri, nempe AS, & SD fuerint æquales, distantia objecti & foci æquales, erunt nempe focus distabit dupla diametro à lente.

COROLLARIUM II.

Ut autem videas regulam esse universalem, ponatur objectum in fine diametri, nempe in S. Quia excessus distantiæ objecti supra diametrum est O, fiet ad diametrum, ita distantia objecti, nempe diameter ad infinitam foci distantiam, hoc est radii remittentur paralleli.

COROLLARIUM III.

Quia autem vidimus lentem convexam majoris sphæræ æquivalere lenti plano-convexæ duplò minoris diametri. Si fiat universaliter ut excessus distantiæ objecti supra distantiam foci ordinariam, nempe foci respectu radiorum parallelorum, ita distantia objecti ad quartam, hæc erit distantia foci. Quæ regula etiam valet in meniscis. Habemus ergo regulam ad inveniendum focum, lucido in majori distantia posito, quam sit focus ordinarius. Restat casus in quo objectum est vicinius lenti, quam focus ordinarius.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

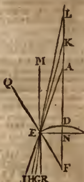
Lucido minus distante à lente plano-concava quam focus ordinarius, ita est distantia lucidi à centro convexitatis ad diametrum, ut distantia lucidi à lente ad distantiam foci virtualis.

Lentis plano-convexæ ED semidiameter convexitatis FD, centrum D, supponitur lucidum in A



minus distans quam diametro, certum est quod si lucidi distantia æquaret diametrum, radius remitteretur parallelus in ER, atque adeo lucido minus distante radius refractus erit divergens. Sit ergo ut AF, distantia lucidi à centro convexitatis, ad diametrum, seu duplam FD, ita AD ad AK; dico quod post duplicem refractionem radius

radius ita fiet divergens in EH, quasi procederet à puncto K. Sit KL tertia pars lineæ DK; volo



ostendere vi primæ refractionis radium ita refringi in EG, ac si veniret ex puncto L, & vi secundæ adhuc magis detorqueri quasi veniret ex puncto K. Ducantur radius MER parallelus axi, & linea FEq. Cum autem supponatur ita esse AF ad diametrum seu duplum DF, ita AD ad AK, ita etiam erit AF ad sesquidiametrum, sicut AD ad AL, quæ est sesquialtera ipsius AK.

Demonstratio. In triangulo AFE, ita est AF ad EF, sicut sinus anguli AEF, seu supplementi AEq, ad sinum anguli EAF: & minuendo unum antecedentem, & augendo consequentem, ita erit triens sinus anguli AEq, ad sinum anguli EAF, ut AF ad triplam FE seu sesquidiametrum. Sed ut AF ad sesquidiametrum, ita est AD, seu EA, ad LD, seu LE. Et in triangulo LEA ita est AE ad LE; sicut sinus anguli L seu alterni MEL ad sinum anguli EAF, aut supplementi EAL; ergo ut triens sinus anguli AEq ad sinum anguli EAF, ita sinus anguli MEL aut oppositi GER ad eundem sinum anguli EAF; ergo sinus anguli GER est tertia pars anguli inclinationis AEq; ergo radius ita refringitur quasi procederet ex puncto L; quod erat primò propositum.

Adde in secunda refractione ita refringi in EH quasi procederet ex puncto K.

Demonstratio. Posuimus lineam KL esse tertiam partem lineæ KD, seu KE, sed in triangulo KEL ita est KL ad LE, ut sinus anguli LEK, aut illi oppositi HEG, ad sinum anguli EKL aut supplementi EKF, seu alterni MEK, erit angulus MEK seu oppositus REH refractus respondens angulo refractionis LEK, seu HEG, eritque consequenter sesquialter inclinationis REG. Quæ omnia respondent regulis refractionum supra positis, dum fit transitus à vitro in aërem: ergo radius ita divergit in H, quasi procederet ex puncto K, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

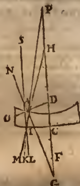
Quod de lente plano-convexa demonstro, lentibus convexo-convexis, & menisceis applicandum est, assumendo loco diametri, distantiam foci ordinarii, & loco distantiæ objecti à centro convexitatis sumenda est linea composita ex distantia objecti à lente, & ex semidistantia foci ordinarii, non habita ratione semidiametri.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

In plano-concavis, si punctum ad quod convergunt radij, fuerit remotius à lente quam diametro: ita erit excessus hujus distantiæ supra diametrum, ad diametrum, ita distantia illius à lente, ad distantiam foci imaginarii, à quo scilicet diverget radius.

Sit lens plano-concava AB, semidiameter concavitatis DC, CF supponatur æqualis diametro, licèt in figura non sit, supponatur radius NA tendere, seu convergere ad punctum G, ita ut nisi



ab ô vi refractionis detorqueretur, verè rectâ attingeret punctum G. Certum est quod si dirigeretur in F, remitteretur axi parallelus, ut jam ostendimus suprà, volo autem ut tendat ad punctum remotius, nempè ad punctum G, atque adeo diverget in M, eritque H punctum à quo divergit quod vocavi focum virtualem, hoc autem determino in hac propositione. Dico ergo si fiat ut GF ad FC, ita GC ad CH, punctum H esse illud quod quæritur, à quo scilicet radius NA post duplicem refractionem diverget. Sit PH dimidia lineæ HC, seu tertia pars lineæ PC; volo ostendere vi primæ refractionis radium NA refringi in AK, ita ut divergat à puncto P, & vi secundæ eundem detorqueri in IM, ita ut divergat, quasi procederet rectà à puncto H; ducatur DAO. Primò cum ita sit GF ad diametrum FC, ut CG ad GF, ita erit GF ad sesquidiametrum FD, ut GC ad CP sesquialteram lineæ CH; & componendo ita erit GD ad FD, sicut GP ad CP, seu PA aut PI.

Demonstratio. In triangulo GAD, ita est GD ad DA, seu DC, ut sinus anguli GAD, aut supplementi NAD, ad sinum anguli G, & minuendo primum antecedentem, & augendo ultimum consequentem, ita erit triens sinus anguli NAD ad sinum anguli G, ut GD ad triplam AD, seu sesquidiametrum. Sed ut GD ad sesquidiametrum ita GP ad CP seu PA; & in triangulo GAP, ita est sinus

sinus anguli GAP seu NAP ad sinum anguli G, ut GP ad PA, ergo triens sinus anguli N A D ad sinum anguli G, sicut sinus anguli GAP ad eundem sinum anguli G. Ergo angulus GAP seu KAG est refractio respondens angulo inclinationis NAD, ergo radius NA refringetur in AK, quasi procederet à puncto P.

Addo quod in secunda refractione radius adhuc detorquebitur in I M quasi procederet ex puncto H, ducatur I L parallela CG.

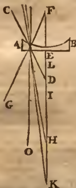
Demonstratio. In triangulo PIH ita est PI ad I H, ut sinus anguli IHC, aut alterni SIH, aut oppositi LIM, ad sinum anguli HIP aut oppositi MIK. Sed P H supponitur esse tertia pars lineæ PC; ergo sinus anguli MIL triplus est sinus anguli MIK. Quare MIK erit angulus refractus, radiusque procedet per I M, quasi ex H; quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

In Plano-concavis si punctum convergentia radiorum vicinius fuerit lenti, quam diameter, ita erit excessus diametri supra hanc distantiam, ad diametrum, ut hæc distantia ad distantiam foci veri, & realis.

Proponitur specillum plano-concavum A B, cujus semidiameter concavitatis E F, sitque E I æqualis diametro, radius incidens sit CA, convergens, seu tendens ad punctum D, quod sit vi-



cinius lenti quam diametro E I. Dico si fiat ut I D, ad diametrum I E, ita DE ad EH; dico radium C A, post duplicem refractionem detorquendum esse in H, nempè ita ut conveniat verè & realiter cum axe, atque adeo punctum H sit focus realis. Sit HK dimidia H E, seu H K sit triens ipsius KE; ostendam vi primæ refractionis, radium CA detorqueri in AK, & per secundam detorqueri in H. Primò cum ita sit I D ad I E, sicut ED ad EH ex suppositione, addendo tertiam partem consequentibus, ita erit ID ad IF, sicut ED ad EK; & per conversionem ita erit reliquum DF ad IF, sicut reliqua KD ad KE. Ducator FAG.

Demonstratio. In triangulo DFA, ita est DF ad AF, sicut sinus anguli FAD, seu supplementi FAG nempè anguli inclinationis, ad sinum anguli ADF. ergo ut triens sinus anguli CAF ad sinum anguli D, ita DF ad triplam AF, seu ad sesquidiametrum I F, minuendo primum terminum, & augendo quartum. Sed ut DF ad IF, ita KD ad KE, seu KA, & in triangulo AKD ut KD ad KA, ita est sinus anguli KAD ad siuum anguli D. Ergo ita est triens sinus anguli iuclinationis CAF, ad sinum anguli D, ut sinus anguli KAD ad eundem sinum anguli D. Ergo (*per* 8. 5.) sinus anguli KAD, est tertia pars sinus anguli inclinationis CAF; ergo KAD est refractio respondens tali inclinationi, & vi primæ refractionis radius CA detorquetur in AK.

Addo vi secundæ refractionis factæ in superficie plana, eundem radium detorqueri in H.

Demonstratio. In triangulo AKH, ita est AK ad KH, sicut sinus anguli AHK, aut supplementi AHD, aut alterni HAO, ad sinum anguli KAH, sed AK, seu KE, est tripla lineæ KH, ergo sinus anguli HAO, est triplus sinus anguli KAH. Ergo HAO, est angulus refractus, & K A H erit refractio ipsi competens, vel angulo OAK inclinationis benè respondet ejus semissis HAK, qualis esse debet in egressu vitri in aërem.

COROLLARIUM I.

Si lucidum statueretur in puncto H, magis distante quam diametro E I, radius post duplicem refractionem divergeret à puncto D viciniori. Ex quibus possumus exhibere quomodo se habeant radii refracti in lente plano-concava pro variis objecti seu lucidi distantiis. Primò quidem si lucidum ita sit remotum, ut ejus radii in specillum incidentes, pro parallelis habeantur, ut OA, post duplicem refractionem, radius refractus diverget, quasi ex puncto I foco scilicet ordinario. Idem lucidum admoveatur lenti, ut in H, punctum à quo diverget seu focus ordinarius accedet ad lentem, eritque verbi gratia in D. Si verò collocetur in ipso foco virtuali, verbi gratia in puncto D; tunc punctum à quo diverget erit adhuc vicinius.

Deinde considerari possunt radii convergentes ad diversa puncta diametri, qui post duplicem refractionem divergent ab aliis punctis, aut aliquando unientur cum axe, prout explicui præcedentibus propositionibus.

COROLLARIUM II.

Quia autem idem præstant lentes concavo-concavæ, quod concavo planæ, aut etiam concavo convexæ in quibus concavitas prævalet, ideò eædem regulæ iis applicentur sumendo pro diametro distantiam foci ordinarii.

Hactenus consideravimus radios à lucido emissos, cum aliquo respectu ad axem, hoc est sive parallelos axi, sive ab aliquo axis puncto procedentes, sive ad aliquod axis punctum convergentes. Quia tamen specillis utimur, non tantum ad videnda objecta quæ ipsis directa opponuntur, sed etiam ea quæ obliquè incidunt, ideo sequentes propositiones necessaria fuerunt, ad constituendos varios effectus, & apparentias objectorum, pro eorum vario situ, & distantia.

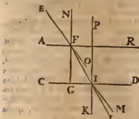
PROPO

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Radius refractus in duabus superficiebus parallelis incidenti restituitur parallelus.

Supponuntur superficies AR, CD, medii densioris, verbi gratiâ vitri, aut aquæ, esse paralle-



læ, in quas ex aëre radius EF incidat, qui post duplicem refractionem propagetur per lineam IM, hanc dico radio EF parallelam esse. Ducantur perpendiculares NFG, PIK quæ parallelæ erunt, cum superficies AR CD supponantur parallelæ.

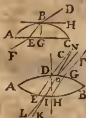
Demonstratio. Sinus anguli inclinationis EFN ad sinum anguli refracti GFI, seu alterni FIP, se habet ut tria ad duo, in ingressu ab aëre ad vitrum. Sed in egressu vitri in aërem angulus inclinationis FIP, aut illi oppositus KIL, se habet ad refractum KIM, ut 2 ad 3; ergo anguli KIM, GFO sunt æquales, & cum KIL, FI seu oppositus FIP, & IFG alternus sint æquales, erunt anguli OFI, MIL æquales, oppositi ex eadem parte; ergo (*per 29. 1. Eucl.*) lineæ FO, IM parallelæ sunt.

Quare pro uno eodemque radio ferè sumi possunt, cum differentia sit multò minor crassitie lentis. Probavi in 28, quando duæ superficies concava, & convexa erant parallelæ radium restitui parallelum.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

In plano-convexis aut plano-concavis, radii in verticem incidentes, remittuntur paralleli.



Radius DB, in specilli plano-convexi, aut plano-concavi verticem B incidat; dico post duplicem refractionem, radium refractum ipsi respondentem, esse eidem parallelum. Intelligatur per punctum B planum tangens BH.

Demonstratio. Refractiones, sicut & reflexiones, eodem modo accidunt respectu superficiei curvæ, ac respectu superficiei planæ contingentis curvam in puncto incidentiæ radii de quo agitur; sed si incideret radius DB in superficiem planam BH, parallelam utrique superficiei planæ, radius refractus EF radio incidenti DB esset parallelus (*per præcedentem*) ergo etiam in hoc casu, eidem parallelus erit; Quod demonstrandum erat.

Hæc demonstratio suam vim habet, in lentibus plano concavis.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Vide figuram præcedentem.

Radii obliquè incidentes propè verticem, in lentem convexo-convexam aut concavo-concavam, remittuntur paralleli.

Radius OI transeat per centrum magnitudinis lentis convexo-convexæ, sitque radius incidens NO cujus refractus in lente sit OI, dico hunc radium NO, post duplicem refractionem, habere refractum IL, sibi parallelum.

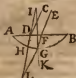
Demonstratio. Cum radius OI transeat per centrum magnitudinis lentis, erunt arcus OD, IH similes, si nempe sphæricitates sint æqualium sphærarum segmenta, quod si sint inæqualium, dabitur semper aliquis radius intra lentem, qui hinc inde abscindat arcus similes, atque adeo eandem inclinationem efficiat; ergo cui tam in ingressu, quam in egressu respondeat æquales anguli refractionis atque adeo reliqui NOI, OIL alterni erunt; ergo radii NO IL paralleli erunt. Quod erat demonstrandum.

Addo insuper quod datis multis radiis incidentibus parallelis, semper invenietur aliquis cui refractus respondens parallelus erit. Ut si dentur radii paralleli CD, FG; nempe CD in verticem D incidens, & CF, cujus refractus in lente GH, per verticem oppositum transeat, cum totum intervallum inter DE, GH plenum sit radiis refractis, aliquis necessariò per centrum magnitudinis lentis transibit, aut abscindet, in oppositis superficiebus curvis arcus hinc inde similes.

PROPOSITIO XLVII.

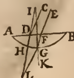
Theorema.

Radii paralleli, obliquè incidentes in superficiem planam specilli plano-convexi, uniuntur ad distantiam diametri.



Hactenus consideravimus tantum radiorum axi

axi parallelorum omnium; modò vero quorumque parallelorum etiam obliquè incidentium concursum.



Radii paralleli CD, EF incidant obliquè in superficiem planam AB, specilli plano convexi AGB, sitque I centrum superficiei convexæ AGB. Cum radii incidentes sint paralleli, & incidant in superficiem planam AB, cum ea æquales angulos efficient, eruntque similiter inclinati; ergo æqualem patientur refractionem, totumque specillum plenum erit radiis refractis parallelis, quorum aliquis verbi gratiâ DH productus transit per I, centrum superficiei sphæricæ. Atque adeo nullam in puncto H patietur refractionem. Consideretur ultima refractio radii FG.

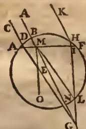
Demonstratio. Inclinatio erit angulus FGI, æqualis alterno GIL, & angulus KGL erit refractus cujus sinus est sesquialter sinus anguli inclinationis in egressu vitri in aërem: sed in triangulo GIL ita sunt latera ut sinus angulorum oppositorum; ergo latus LI, est sesquialter lateris LG, seu LH, sed IH est semidiameter lentis. Cum ergo IL ad HL sit ut 3 ad 2, IH erit 1 & HL 2. Sed IH est semidiameter; ergo. Hæc demonstratio valet in lente plano-concava, pro foco virtuali.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Radii paralleli incidentes in superficiem convexam specilli plano-convexi, uniuntur ad distantiam diametri.

In specilli plano-convexi superficiem convexam, incidant AB, CD, aliique; dico illos



concursuros inter se, in distantia ferè diametri à lente. Nam inter radios parallelos radius AB productus per centrum E transeat. Sitque BG æqualis sesquidiametro alii radii omnes radio AG paralleli vi primæ refractionis ad punctum G dirigentur (*per coroll.* 2. 13.) Ducatur ex puncto G, linea GI perpendicularis ad AF, & radius KH, sit radio AB parallelus. Hic KH vi primæ refractionis dirigetur ad punctum G, & cum sit perpendicularis ad AF, nullam in puncto I patietur refractionem. Ducatur radius ML, ostendo radium DM vi secundæ refractionis in puncto M refringi in L. Ducatur perpendicularis OL, eritque angulus OMG æqualis angulo inclinationis, ostendo angulum GML esse refractionem ipsi respondentem.

Demonstratio. In triangulo MLG ita sunt latera ut sinus angulorum oppositorum, sed GM, non habita ratione crassitiei lentis est sesquidiametet NG, aut GL, quæ non multum ab ea differt est tertia pars lineæ GM; ergo sinus anguli GLM seu supplementi MLI, aut alterni OML, est triplus sinus anguli GML, seu sesquialter anguli inclinationis OMG; ergo angulus OML est refractus respectu anguli inclinationis OMG. Ergo radius AB, unietur cum radio parallelo KH, in puncto L. Idem ostendam de radio CD aliisque quod quidem omnino præcisum non est, neque enim uniuntur omnes in eodem puncto.

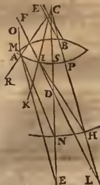
Eodem modo possum demonstrare in specillo plano-concavo, concavitate ad objectum seu ad lucidum obversa, radios omnes inter se parallelos ab eodem puncto distante à lente diametro. In quo notandum radios obliquiores magis ab hac regula deficere, minusque exactè in eodem puncto concurrere.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Radii quicunque inter se paralleli, in lentem convexo-convexam incidentes, concurrunt in distantia circiter foci principalis.

Radii FG, EB, inter se paralleli, sed obliquè ad axem principalem CE, incidant in lentem



convexo-convexam AB, sint centra convexitatum I, & D. Supponaturque radius FG transire per centrum G, sitque DL dupla semidiametri DG; tum ex L ad centrum C ducatur linea CL ducaturque EB parallelus radio FG, nulla habita

habita ratione secundæ convexitatis ASP, linea FDL pro axe sumi potest, cui cum radius EB sit parallelus, vi primæ refractionis factæ in puncto B, dirigetur ad punctum L, (*per coroll. decima tertia*) & cum supponatur BP producta transire per punctum C, atque adeo esse perpendicularis ad superficiem A P, nullam in puncto P refractionem patietur. Supponatur DE, æqualis diametro convexitatis AB, sitque punctum N focus principalis respectu radii OM paralleli radio CE, sintque LH, EN æquales, eruntque consequenter AN PH æquales; dico radium FGI, & quemcumque alium ipsi parallelum uniri in puncto H. Ducantur ex puncto C lineæ CAR, CIK, quæ consequenter perpendiculares erunt ad superficiem ASP.

Demonstratio. In triangulo ACN, ita est sinus anguli C A N, aut supplementi ejus RAN, seu anguli inclinationis, ad sinum anguli ANC, ut CN ad AC. & in triangulo CH, ita est sinus anguli C I H, aut supplementi ejus K I H, ad sinum anguli CHI, sicut CH ad CI, sed CN, CH; CA, CH sunt æquales. Ergo ita est sinus anguli RAN, ad sinum anguli ANC, sicut sinus anguli K I H ad sinum anguli C H I. Pariter in triangulo ENA, ita est sinus anguli ANE, seu supplementi ANC, ad sinum anguli NAE, ut AE ad EN, & in triangulo IHL, ita est sinus anguli IHL ad sinum anguli HIL, sicut I L ad LH. Sed tam AE, IL, quam NE, HI sunt æquales; ergo ita est sinus anguli A N E ad sinum anguli EAN, ut sinus anguli I H E ad sinum anguli HIE. Habemus ergo tres sinus ex una parte, & tres ex alia qui sunt proportionales tribus aliis nempè sinus angulorum RAN, ANE, EAN, & alii sinus angulorum KIH, IHL, LIH. Ergo ex æquo extremi proportionales erunt; ergo ita erit sinus anguli inclinationis RAN ad sinum refractionis EAN, sicut sinus inclinationis KIH ad sinum refractionis LIK, ergo radius G I refringetur in H; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Hæc propositio demonstrari posset eodem modo, de specillis concavo-concavis, & de meniscis, nempè radios inter se parallelos, licèt non parallelos axi vero, transeunte per ambo centra, divergere ab eodem puncto, distante secundum distantiam foci virtualis ordinarii.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Specilla convexa objecti distantis imaginem depingunt inversa situ, & concava virtualem habent erectam in distantia sui foci.

Specilla convexa voco, in quibus convexitas prævalet, ut sunt convexo-convexa, plano-convexa, & menisci propriè dicti, quæ habent focum verum & realem; dico ergo ab iis specillis, ad distantiam sui foci, objecti remoti imaginem in aëre exprimi, quæ si in charta excipiatur videbitur, inversa quoad situm.

Demonstratio. Ut talis imago exprimatur duo requiruntur. Primum ut radii omnes ad eandem objecti partem pertinentes in eodem puncto uniantur, & pertinentes ad diversas objecti partes, diversa etiam sibi spatii puncta vendicent, sed utrumque vi prædictorum specillorum per refractionem efficitur. Nam in præcedentibus propositionibus vidimus quoscumque radios inter se parallelos, quales sunt qui ab eodem objecti remoti puncto in lentem incidunt, uniri in eodem puncto; alios autem à diversis objecti punctis prodeuntes, & incidentes in eandem lentis partem, inæquales refractionum angulos efficere, cum variam inclinationem habeant ad lentis superficiem, atque adeo radii diversarum objecti partium, non concurrent in puncto, in quo alii concurrunt.

Hæc imago vivida est, eò quòd plurimos radios ejusdem partis colligat, distincta autem, cum singulæ ejus partes alienos radios respuant; inversa quoad situm, quia radii principales se intersecant in specillo.

Eodem modo demonstrare possumus in concavis, dari imaginem virtualem, hoc est radios post specillum concavum ita divergere, post duplicem refractionem, ut qui pertinent ad eandem objecti partem, divergant & quasi procedant ab eodem imaginis virtualis puncto, qui ab alia objecti parte procedunt, ita refringuntur ac si ab alio imaginis virtualis puncto proficiscerentur.

COROLLARIUM I.

Quæcumque de foco, seu concursu radiorum demonstravimus, de hac imagine, quam nonnulli basin distinctionis vocant, intelligenda sunt. Ut quia probavimus radios axi parallelos vi specilli plano convexi, uniri in distantia diametri, & vi convexo-convexi in distantia semidiametri; objecta ita dissita ut radii ab eadem parte procedentes pro parallelis physicè haberi possint, imaginem habebunt in distantia diametri in plano-convexis, & semidiametri in convexo-convexis.

COROLLARIUM II.

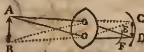
Si objectum fuerit vicinius lenti, quàm ut radii ab eadem ejus parte procedentes sint physicè paralleli, imago seu basis distinctionis recedet à lente, fietque major.

COROLLARIUM III.

Si objectum fuerit in dupla foci distantia, imago erit, & æqualis objecto, & æquè remota à lente, ac objectum. Quod si sensim objectum accedat ad lentem, imago semper recedet, & augebitur. Si denique objectum in foco collocetur, imago nulla erit, sed radii ad eandem objecti partem pertinentes remittentur paralleli. Multò minus si objectum sit inter focum & lentem, radii qui ad formandam imaginem concurrere deberent, remittuntur divergentes.

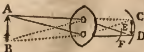
COROLLARIUM IV.

Si imago objecti fiat objectum radians, vicis-



sim objectum fiet ejus imago, ut si objectum AB, radians per lentem formaverit imaginem

C D, dico si imago C D fiat objectum radians, A B erit imago, refractio enim fit reciprocè per



eosdem radios. Quare objectum vicinius majorem, & remotiorem habet imaginem, & prout à lente removetur, imago fit specillo vicinior. Potest tamen ita removeri objectum, ut quantumlibet magis removeatur, nulla fiat mutatio sensibilis in imaginis distantia. In quo errorem nonnullorum detego, qui crediderunt se telescopio syderum distantias detegere posse. Cum enim experiantur ad objecta viciniora, clarè & distinctè percipienda fieri telescopium brevius, existimarunt ex hac telescopii decurtatione, nos posse in distantiæ cognitionem venire. Quod quidem verum est, donec ad radios physicè parallelos pervenias: cum enim objectum in ea est distantia, ut radii ab eadem parte procedentes pro parallelis haberi possint, imago est præcisè in foco, quantumvis ulterius removeatur objectum, radii non fient nisi paralleli, ergo imago semper sensibiliter in eodem foco perseverabit.

COROLLARIUM V.

In specillis concavis est imago tantum virtualis, hoc est radii ab eadem parte objecti procedentes, non uniuntur, sed divergunt, quasi ab eodem puncto procederent, ideo objectum ita agit post lentem, ac si transferretur in ipsum focum virtualem.

COROLLARIUM VI.

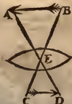
Si Radii ab eadem parte objecti procedentes convergant, quasi formaturi aliquam imaginem, & ita convergentes in specillum concavum incidant, aliam formabunt imaginem.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Ut distantia objecti à lente, ad distantiam imaginis; ita diameter objecti, ad diametrum imaginis.

In plano-convexis, convexo-convexis, & meniscis propriè dictis, ita est AE, distantia objecti



à lente, ad ED distantiam imaginis, ac AB diameter ejusdem objecti, ad C D diametrum objecti.

Demonstratio. (*Per 42. & 43.*) radii à quacumque parte objecti procedentes, & incidentes aut in verticem lentis, aut non longè à vertice, habent refractum correspondentem sibi parallelum, ita ut neglecta lentis crassitie, pro eodem radio continuato assumi possint; ergo fiunt triangula AEB, CED angulos in E æquales habentia. Supponuntur item objectum, & imago parallela, ideoque triangula AEB,CED sunt æquiangula, atque adeo (*per quintam 6.*) ita erit AE ad ED, sicut AB ad C D, quod erat demonstrandum.

Cum igitur in praxi negligi possit lentis crassities, possunt duci ab extremitatibus objecti duo radii, per centrum magnitudinis lentis, qui determinent diametrum imaginis.

Quod dixi de specillis convexis, respectu veræ imaginis, applicari potest concavis, pro imagine virtuali.

COROLLARIUM I.

Cum foramen fenestræ cubiculi undique clausi, instruitur specillo convexo, imagines in charta exprimuntur, æquè magnæ, ac exhiberentur per simplex foramen sine lente, objectorum umbræ in eadem chartæ à foramine distantia. Cum enim radii per centrum magnitudinis lentis transeuntes virtualiter sint irrefracti, eò quòd habeant refractum respondentem parallelum, & ferè in directum jacentem, nisi quantum crassities lentis nonnihil immutat; eodem modo ab his radiis imaginis magnitudo determinabitur, ac si iidem recta per simplex foramen trajicerentur.

COROLLARIUM II.

Lentes quæ sunt majoris sphæræ segmenta, focum magis distantem habent, & consequenter imaginem objecti majorem exhibent.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Punctum combustionis lentis convexæ, soli expositæ indivisibile non est; sed est imago solis, major in lentibus majoris sphæricitatis.

Multi focum, seu punctum combustionis lentis convexæ soli expositæ, tanquam indivisibile malè considerant, falsasque exinde consequentias deducunt. Dico ergo illud indivisibile non esse, sed esse imaginem solis, eamque majorem à lentibus majoris sphæricitatis exhiberi.

Demonstratio. Radii solares, in lentem convexam incidentes, tam solis imaginem efformare debent; quàm radii ab alio quocumque objecto profecti, ejus imaginem exhibent: addo solem non esse aliquid indivisibile, sed habere diametrum apparentem unius semigradus: ergo possunt intelligi à singulis ejus punctis, duci radii, per centrum magnitudinis lentis, qui magnitudinem imaginis determinent, & qui sint principales, cum quibus alii ad eandem partem pertinentes uniantur, igitur tota solis imago indivisibilis non est.

Secundò cùm lens majoris sphæricitatis focum remotiorem habeat, videtimusque in præcedenti, ita esse distantiam objecti ad distantiam imaginis, ut diameter objecti ad diametrum imaginis, cum imago

imago erit remotior à lente, eò etiam major erit.

COROLLARIUM I.

Diameter imaginum ejusdem objecti, & æquè distantis, à duabus lentibus expressæ se habent ut diametri sphæricitatum.

COROLLARIUM II.

Quamvis lentes majoris sphæricitatis focum magnum habeant, probæ tamen sunt, quod notare volui, eò quòd nonnullos viderim qui lentes rejicerent, tanquam adulteratæ figuræ, quod focum nimis amplum haberent.

COROLLARIUM III.

Imago solis à lente expressa, subtendit angulum minutorum 30. si ergo fiat ut semidiameter ad subtensam minutorum 30, ita distantia foci, ad quartum, habebitur diameter imaginis.

COROLLARIUM IV.

Inter lentes magnitudinis æqualis, illæ minus comburunt, quæ sunt sphæricitatis majoris, quia cum totidem radios excipiant, minus eos congregent, nempè in imaginem majorem, ergo sunt ad comburendum ineptiores.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Similes lentes inæqualium sphærarum, æqualem luminis intensionem videntur efficere.

Lentes similes voco, quæ totidem partes suarum sphærarum continent; verbi gratia duæ lentes quæ 20 gradus suarum sphærarum continebunt, quamvis diameter magnitudinis unius lentis sit dupla diametri alterius, & consequenter quadruplò plures radius excipiat.

Demonstratio. Diametri imaginum se habent ut diametri sphærarum; sed lentes ipsæ similes sunt in duplicata ratione diametrorum sphærarum, & imagines in duplicata ratione suarum diametrorum, ergo magnitudines lentium, & magnitudines focorum sunt in eadem ratione. Sed numerus radiorum à lentibus exceptorum, se haber, ut magnitudo lentium, ergo radii ab utraque lente collecti, & spatia in quibus uniuntur sunt proportionalia, ergo erit æqualis intensio, hoc est major lens plures excipit radios, sed haber imaginem, seu focum, majorem, minor verò pauciores quidem excipit, sed eos in spatium minus colligit.

Dixi præcisè luminis intensionem, combustio enim alias leges sequitur, ut experientia constat, nam lens aut speculum diametri trium digitorum vix comburet, etiamsi hemisphærium adæquet, speculum autem trium pedum, etiamsi 40 gradus suæ sphæræ non habeat potentissimè comburet. Quare ad combustionem non sufficit haberé rationem solius luminis in foco existentis, sed totius coni luminosi, concurrentis ad caloris productionem.

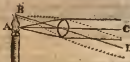
PROPOSITIO LIV.

Theorema.

Si luminosum divisibile in foco statuatur, non omnes radii, vi lentis convexæ, remittentur paralleli.

Hæc consideratio satis evincit in rebus physicis, mathematicam præcisionem non esse semper spectandam. Quare eodem prorsus modo, quo ostendi, radios omnes solares, non in eodem prorsus puncto coalescere, eò quòd sol indivisibilis non sit, ita etiam ostendo nullum objectum ut indivisibile spectari posse, atque adeò radios ab ipso procedentes, non omnes vi lentis convexæ parallelos remitti.

Sit ergo cujuscumque lentis focus A, in quo apponatur flamma candelæ, quæ trans lentem radiet, dico non omnes radios, ab hac flamma in lentem incidentes remitti parallelos.



Demonstratio. Hæc flamma indivisibilis non est, ergo præter punctum A, occupabit punctum B, ergo radii à puncto A emissi, paralleli quidem erunt, sed qui emittentur ex B, licèt paralleli inter se, prioribus tamen paralleli non erunt. Ducantur enim axes AC, BD, qui paralleli non erunt, sed radii puncti A sunt paralleli radio AC, & puncti B radio AD; ergo priores posterioribus paralleli non erunt.

COROLLARIUM I.

Quamvis hic radiorum parallelismus, multum impediat luminis decrementum; nam communiter luminis intensio minuitur, prout à luminoso receditur, qui spatium, cui idem lumen communicandum est augetur. Quare dum radii remittuntur paralleli, spatium non augetur, & consequenter videretur eadem conservanda luminis intensio, quia tamen luminosum nullum est indivisibile, radii omnes paralleli non erunt, atque adeò lumen minuetur.

COROLLARIUM II.

Sequitur ex ea consideratione ruere praxin illam, quam proferunt nonnulli, ad exprimendos characteres in maxima distantia. Volunt enim ut regatur ex parte lens convexa, secundum figuram characterum, tum in puncto foci, fax accensa statuatur, cujus radii cum remittantur paralleli, figuram characteris non confundent, eamque in muro albo excepti exprimens. Quia tamen fax non est aliquid indivisibile, radii à parallelismo exorbitantes, in magna distantia characteres confundent. Ita multa, quæ videntur vera secundum mathematicam præcisionem, in praxi tamen non succedunt.

PROP.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Lens magis detecta imaginem non exhibet majorem sed intensiorem, & confusiorem.

Lens convexa AB, aliquando magis, aliquando minus detegatur; dico imaginis magnitudinem



eandem perseveraturam in utroque casu, forè tamen lucidiorem & confusiorem, si lens magis detegatur.

Demonstratio. Si objiciatur corpus opacum K, illud partis objecti C, intercipiet radium CB; non desinet tamen eadem pars C repræsentari in eodem loco F, per radios CAF, CGF, idem dicito de parte D, quæ exhibebitur in E, per radios DGE, DAE, ergo eadem imaginis magnitudo perseverabit.

Quia autem non est ita præcisa radiorum unio, ut qui longius ab axe distant, citius cum eo uniantur, ideoque confusionem pariant; quò pauciores erunt radii, eò præcisior, & castigatior imago exhibebitur, quò plures eò cùm majori lumine, & cum majori confusione.

COROLLARIUM I.

In tubispiciliis, quò lentes objectivæ sunt minoris sphæræ segmenta, eò minùs deteguntur, quia sub eadem apertura, radios pluribus ab axe gradibus distantes excipiunt quæ non ita præcisè cum aliis uniuntur.

COROLLARIUM II.

Bullæ arenulæ, nævi sulci in materia aut politura lentium occurrentes, in imagine non apparent, licèt enim unicujusque partis, aliquem radium intercipiant, non refunduntur in unam potius imaginis partem, quam in aliam, sed omnes æqualiter afficiunt. Ita vidimus hîc aliquem, qui lentes objectivas elaborat non bene politas, sed creberrimis sulcis exaratas, quæ tamen in tubospicilio bene succederent.

COROLLARIUM III.

In tubospiciliis sive lens objectiva parum, sive multum aperiatur, totidem videbit objecta, ea scilicet quorum imaginem pupilla excipiet. Si sæpe dum solem tubo optico intuemur primam lentem aperimus tantum una semilinea, ut paucos excipiamus radios, totum tamen solem simul conspicimus.

COROLLARIUM IV.

Hinc per tubum opticum breviorem lentesque minoris sphæræ plura simul detegimus objecta, quam per longiorem tubum, quia nempe cum imago sit minor, pupillâ excipitur, quæ si major esset non exciperetur.

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Vide figuram præcedentem.

Imago quacumque lente convexa exhibetur in muro, major prototypo.

Supponitur lens mobilis, & murus in certa & determinata distantia. Dico posse haberi imaginem majorem prototypo.

Demonstratio. Si objectum esset in pariete remoto ultra duplum focum lentis, verbi gratiâ in CD, haberet imaginem EF se minorem: ergo si EF fiat objectum, habebit imaginem CD. Refractio enim fit reciprocè per eosdem radios. Tunc autem quò lens fuerit minoris sphæræ segmentum, eò major evadet imago prototypi vicini, sicut enim lentes minores minorem efficiunt imaginem objecti distantis, ita si imago fiat objectum habebitur imago major.

PROPOSITIO LVII.

Theorema.

Exigui prototypi, unicâ lente convexâ amplificatam imaginem, in pariete exhibere.

Vidimus hic Lugduni dioptricam machinam, sub nomine laternæ magicæ, è qua radii luminis, per tubum uno circiter pede longum erumpentes, in pariete 10 aut 12 pedes distante exigui prototypi imaginem suis coloribus illustrem, & mirum in modum amplificatam exprimebant. Prototypus autem erat imago in vitro, coloribus perlucidis depicta, cujus diameter unius, aut alterius digiti. Imago autem in pariete expressa, habebat 4 circiter pedes in diametro. E laterna tubus erumpens duplici instruebatur lente convexa quæ combinatio ad sequentem librum pertinet aliquid tamen simile unica lente tentabimus.

Instruatur laterna lente convexa, foci trium circiter digitorum prototypus seu imago supra vitrum, aut supra selinitidis folium perlucidis coloribus depicta, inter focum, & duplam foci distantiam collocetur, hoc est in distantia 4 circiter digitorum lucernæ bene accensæ, flamma sit paulò remotior, & ut ejus actio juvetur, addatur parvum speculum concavum, ut nempe imago in omnem partem radiet. Si igitur lens ab imagine removeatur, aut eidem admoveatur, invenietur tandèm situs, in quo hæc imago distinctissimè, suis expressa coloribus, & multum amplificata videbitur.

Demonstratio. Imago diaphana, tam directis facis radiis, quam reflexis à speculo illustrata, in omnem partem radiare censenda est, saltem respectu lentis: ergo à quolibet ejus puncto, in quamlibet lentis partem, aliquis ejus radius incidit. Supponitur item esse inter focum, & duplam foci distantiam, ergo aliqua ejus imago in muro exprimetur, si enim in muro esset prototypus satis magnus, cum distantia longè superet, duplam

duplam faci distantiam haberet aliquam imaginem inter focum, & duplam foci distantiam; ergo vicissim si imago fiat prototypus, exprimetur imago in muro multum amplificata, & quia radii luminis, per imaginem iis tinguntur, perfecta suisque numeris absoluta imago in pariete videbitur. Theoriæ respondet praxis, distinctiorem enim unica lente, & majorem imaginem exhibuimus, quàm ipse author duabus lentibus, non tamen cum tanto lumine; eò quòd speculum concavum non adhiberemus.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Imago in ipsa lente depicta, potest ad aliquam distantiam exhiberi æqualis, aut etiam major.

Depingatur aliquid supra lentem, pellucidis, & dilutis atque coloribus, dico: Si fax sit in puncto foci, exhiberi poterit supra murum æqualis prototypo.

Demonstratio. Cum luminis radii à face in lentem incidentes, tingantur imaginis coloribus & per refractionem ita detorqueantur, ut incedant paralleli, non miscebuntur, nec colores confundent. Si verò fax propius admoveatur, radii fient divergentes, & consequenter imago major prototypo exprimetur. Si fax longius distet, in aliquo situ ejus flamma distinctissimè, supra murum inverso situ apparebit, tunc autem erit confusio imaginis, tunc enim flamma facis apparet distincta in pariete, quando radii omnes ab eadem ejus parte prodeuntes, & in diversas lentis partes incidentes, uniuntur, qui cum tingantur facis coloribus, in qualibet parte erunt radii omnium colorum.

Denique si fax esset remotior, omnes radii unirentur in foco lentis, rursusque post unionem separarentur, possentque imaginem amplificatam referre. Ita solemus animalculum lenti imponere, radiosque solares transmittere, habemusque ad duplam foci distantiam, imaginem prototypo æqualem, in majori vero distantia majorem prout libuerit, sed sensim languescentem, eò quòd radii distrahantur, semperque remissiores evadant.

Quæ hactenus circa sphæricas lentes explicuimus, ad communem tubospiciliorum constructionem sufficere possunt, quia tamen nonnulli, sphæricas lentes non ita exactas existimant, proferuntque hyperbolicas, aut ellypticas, de iis etiam agendum esse censeo. Quamvis autem in eo sphæricis præstare videantur, quod omnes radios axi parallelos præcisè in eodem puncto axis adunent, tanta tamen est in iis elaborandis difficultas ut supervacaneum putem, in iis diutius immorari. Paucis igitur propositionibus totam hanc doctrinam comprehendo.

PROPOSITIO LIX.

Problema.

Ellypsin describere, quæ refractè radios axi parallelos in eodem præcisè puncto uniat.

Eò quòd sphæricæ lentes, non in eodem præcisè axis puncto, radios illi parallelos uniant, sed aliquos in majori, alios in minori distantia, ideo cogimur in telescopiis lentes non parum detegere. Ex quo fit, ut non multos radios rejiciamus, qui si adessent, lucidiorem exhiberent objecti imaginem. Quærunt ergo nonnulli alias figuras, quas putant aptiores ad imaginem præcisiorem exhibendam, inter quas Ellypsin reponit Carthesius, cujus doctrinam & faciliorem reddam omniumque captui accommodabo.

Suppono primò cognitam esse rationem sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, dum fit transitus ab aëre in vitrum, quæ communiter est ut 3 ad 2.

Fiat ellypsis cujus major diameter AB se habeat ad CD focorum distantiam, ut 3 ad 2, tum ex circumvolutione hujus ellypsis generetur corpus solidum ellypticum ex vitro, aut chrystallo; dico omnem radium EF parallelum axi AB, incidentem in convexam superficiem, hujus ellypticæ lentis, ita detorqueri vi refractionis factæ in puncto F, ut concurrat cum axe, in foco remotiore, nempe in puncto D. GH tangat ellypsin in puncto F ad quam sit perpendicularis LM, éritque EFK angulus inclinationis; sit EF æqualis FD, tum ex puncto F ut centro, eodem intervallo describantur arcus DM, EL, ductisque ad lineam LM perpendicularibus EK, DI, erit EK, sinus anguli inclinationis EFK, & ID sinus anguli MFD, quem contendo esse angulum refractum debitum huic inclinationi, hoc est, esse IK ad ID, sicut AB ad CD, seu ut 3 ad 2, sit CM lineæ LM parallela; producaturque DF, donec concurrat cum CN, in puncto quocumque N.

Suppono autem duo ex descriptione ellypsis quam dedimus in catoptrica, lineas FC, CD simul sumptas æquales esse diametro AB, item angulum CFD bifariam dividi linea FO.

Demonstratio. Cum lineæ CN, LM sint parallelæ, erunt anguli alterni NCP, CFN, æquales; sed cum angulus CFD sit divisus bifariàm angulus CFN angulo OFD æqualis est, & hic opposito ad easdem partes CNF; ergo anguli NCP, CNF æquales sunt, & (*per* 6. 1.) lineæ CF, FN æquales erunt, & cum CF, FD æquales sint, lineæ AB erunt AB, DN æquales, & (*per* 4.6.) cum sit ut CN ad CD, ita FD ad OD; ergo ita est AB ad CD, ut FD ad OD. Item cum triangula EFK, DIO præter angulos rectos K & I habeant angulos EFK, & COF, seu DOI æquales, ita erit EF, seu FD illi æqualis ad OD, sicut EK ad DI; ergo ita est EK, sinus inclinationis ad ID sinum anguli refracti IFD, sicut AB ad CD; quod demonstrandum erat.

COROLLARIUM I.

Si detur vitrum ellypticum solidum ſpectetur-que ſola prima refractio, omnis radius axi parallelus incidens in convexam ſuperficiem, qualis eſt EF, unietur in puncto D.

COROLLARIUM II.

Pariter ſi daretur concava ſuperficies ellyptica in vitro, qualis eſt FAM, in quam incideret radius PF parallelus axi, hic refringeretur in FN, & divergeret à puncto D. In tali enim caſu angulus inclinationis eſſet PFO æqualis oppoſito EFL, cui reſponderet angulus refractus EFN, æqualis oppoſito OFD.

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Varias lunulas ellypticas efformare, quibus radii paralleli axi, in uno præcisè puncto uniantur.

Deſcribatur ellypſis ABCD cujus maxima diameter, ad focorum diſtantiam ſit ot 3 ad 2; ſitque unus ex focis punctum E, ex quo ot centro deſcribatur arcus AC. Dico meniſcum ABC, omnes radios axi parallelos unire præcisè in puncto E.



Demonſtratio. (*Per præcedentem*) radii omnes axi paralleli, vi primæ refractionis in convexa ſuperficie ABC factæ, diriguntur ad punctum E, ſed punctum E eſt centrum circuli AC; ergo hi radii ad ſuperficiem concavam meniſci ſunt perpendiculares; nullamque propterea in ea refractionem patiuntur: ergo præcisè in puncto E uniuntur.

COROLLARIUM.

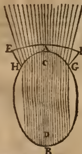
Si lucidum ſtatuatur in puncto E, radii remittentur paralleli.

PROPOSITIO LXI.

Problema.

Specillum ellyptico-concavum conſtruere, quod radios axi parallelos, remittat ab eodem puncto divergentes.

Deſcribatur ellypſis AHB, cujus maximus axis AB, eam habeat rationem, ad D focorum diſtantiam, quam habent 3 ad 2. Tum ex puncto D, foco remotiore, deſcribatur arcus EF, dico quod



ſi figura EFGH circumvolvatur circa axem AB, generabitur corpus ſolidum. Quod ſi vitreum ſit, omnes radios axi AB parallelos, in concavam ſuperficiem HAG incidentes vi refractionis, remittet divergentes quaſi procederent à puncto D.

Demonſtratio. (*Per coroll. 2. prop. 57.*) radii omnes axi paralleli, in concavam ellypticæ lentis ſuperficiem incidentes, ita refringuntur in ingreſſu vitri, ut divergant à puncto E, quod cum ſit centrum arcus EF; hæ radii, ad ſuperficiem convexam perpendiculares erunt, nullamque in egreſſu novam refractionem patientur; ergo perſeverabunt divergentes à puncto D; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Si radii convergerent ad punctum D, & ita inciderent in EF convexam ſpecilli ſuperficiem, remitterentur axi paralleli, refractio enim ſit reciprocè per eoſdem radios.

COROLLARIUM II.

Quia tamen nullus hactenos quod ſciam, elaborare potuit lentes ellypticas; machinæ enim quæ à Cartheſio proferuntur, ſatis indicant eum in poliendis ſpecillis, non eſſe verſatum, peccant enim in primo ut ita dicam principio. Inveniemus facilè circulum qui proximè accedat ad ellypſin. Determinata enim ſeu deſcripta ellypſi, cum iis conditionibus, quas propoſitio 57. exigit. Per tria ejus puncta HAC deſcribatur circulus, ita parum aberrabit ab ellypſi, ut defectus omnem artificum diligentiam effugiat.

PROPOSITIO LXII.

Problema.

Deſcriptio hyperbolæ.

Ut ſphærici ſpecilli defectibus nempe quod omnes ejuſdem partis objecti radios, non præcisè in eodem axis puncto congreget, atque adeo minus accuratam reddat imaginem, ad hyperbolam confugerunt nonnulli; quam ſummis propterea laudibus extulerunt nonnulli, quaſi huic operi accommodatiſſimam. Ego verè licet ſatis ſciam in praxi nunquam fuiſſe adhibitam, exiſtimemque

menque ex ea non plus emolumenti hauriri posse, quam ex sphæricis, propter rationes infra explicandas, hanc tamen præterire non possum. Incipio ergo ab hyperbolæ descriptione, ex qua præcisè eas proprietates, demonstrabo, quæ ad hoc institutum pertinent, ne propterea cogamur tractatum integrum de sectionibus conicis accersere.

Sit data foci distantia BC, nempe describenda sit hyperbola, cujus figuram si habeat specillum plano-hyperbolicum, radios axi parallelos, debeat adunare ad distantiam BC. Sit DC quinta pars lineæ BC, sitque AB æqualis DC. Ita ut tota AC ad BD. Sit ut 6 ad 4, seu ut 3 ad 2. In puncto C affigatur regula volubilis æqualis lineæ C F. Tum in regulæ extremu puncto E annectatus funiculus AGE, æqualis lineæ FBA, illiusque fili aliud extremum affigatur puncto A. Ita circumvolvatur regula, ut filum graphio G contra regulam affigatur, describeturque à graphio A, aliqua linea, quam hyperbolam voco. Vocetur ejus focus A, vertex B, focus contrapositæ hyperbolæ sit C. Hujus lineæ proprietates nonnullas hic explico.

PROPOSITIO LXIII.

Problema.

Hyperbolam describere, in eaque determinare tangentem cæterasque proprietates explicare.

Proponatur hyperbola BC superiori propositione descripta, cujus A sit focus, & D focus contra positæ longitudo regulæ quæ descripta est, sit DE longitudo funis sit EBA, quibus æquales sint EB, BF. Ex puncto D describatur circulus FG, & intervallo regulæ circulus EKC, regula describendo hyperbolam perveniat in K, sitque punctum hyperbolæ I, ducatur linea AI, item AG ad quam IO sit perpendicularis. Dico lineam OI esse tangentem, seu tangere hyperbolam in puncto I, ita ut præter punctum I, sit tota extra hyperbolam.

Demonstratio. Cum lineæ FE, aut GK sint æquales funi, sicut & AI, IK, ablata communi IK, AI, IG æquales erunt. Quare in triangulis rectangulis AIB, OIG, cum (*per* 47. 1.) quadratum ex AI æquale sit quadratis ex AO, OI, sicuti quadratum IG, quadratis ex OE, OI, sintque quadrata AI, IG æqualia quadrata ex AO, OI, & quadrata ex OG, OI æqualia erũt, & ablato communi OI, quadrata AO, OG æqualia erunt, & consequẽter triangula in omni sensu æqualia erunt, eruntque (*per* 6.1.) anguli AIO, OIG æquales, hoc est linea tangens OI, dividit bifariam angulum AIG. Dubitetur jam an punctum L ejusdem tangentis sit extra hyperbolam lineæ AL GL facilè demonstrantur æquales (*per* 4. 1.) sunt autem in triangulo GDL, latera GD, GL, majora reliquo DL; quare ablatis DG, DM æqualibus, restabunt erit GL, seu AI, major quam LM, & addita communi LC, erunt AL, LC majores linea MC, seu funi EF. Non poterit ergo funis extendi usque ad L; ergo punctum L est extra hyperbolam. Idem probatur de quolibet alio puncto lineæ tangentis OIL, excepto puncto I; ergo tangit hyperbolam in solo puncto I.

PROPOSITIO LXIV.

Problema.

Hyperbolam describere in quam radii incidentes paralleli axi uniantur in foco contraposita hyperbola.

Describatur (*per* 60.) hyperbola EC, sintque

puncta focorum A & B sitque AB ad CD ut 3 ad 2. Dico hyperbolam EC talem esse, ut si ex ejus

circumvolutione circa axem, formaretur lens hyperbolyco-plana radii paralleli axi ut EF, unirētur vi refractionis in puncto foci A. Linea IEK tangat hyperbolam in puncto E, ad quam sit perpendicularis N E H. Sit AL æqualis C D, ducaturque BL, ad quam (*per præcedentem*) perpendicularis est tangens F I, sicut perpendicularis est ad NH, sunt ergo NH, BL parallelæ. Producatur AE in O, sitque NO perpendicularis ad AO.

Radius EF incidat in lentis planam superficiem, in ea nullam patietur refractionem cum sit perpendicularis, patieturque tantum in egressu, dico quod talem patietur, ut tendat ad punctum A. Nempè sinus anguli inclinationis FEN, se habebit ad sinum anguli refracti H E A, ut 2 ad 3, seu ut AB ad C D, seu ut A B ad AL. Demittatur E M perpendicularis ad AN. si N E supponatur semidiameter erit E M sinus anguli ENM seu alterni F E N, & N O sinus anguli O E N seu oppositi N E A.

Demonstratio. Cum NH, BL sint parallelæ, ita erit (*per* 4.6.) AB ad AL seu CD, ut AN ad AE, triangula autem AEM, AON sunt rectangula in O & M, habentque angulum A communem, sunt ergo æquiangula & (*per* 5. 6.) Est igitur ut hypothenusa A N ad hypothenusam AE, ut O N sinus anguli inclinationis FEH ad E M sinum anguli refracti HEA; ut autem AN ad AE, ita ostendimus esse AB ad AL, seu CD. Igitur ita est sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refractit, ut CD ad AB, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Supponatur lens hyperbolica plano-concava, sitque radius B E, qui incidat in planam superficiem, quia ad eam perpendicularis est, non refringetur, patieturque refractionem, ubi in aërem erumpet in puncto E, dico eum refringendum in EO, & divergere à puncto A foco contrapositæ hyperbolæ. Nam angulus inclinationis est BEH, æqualis angulo FEN, seu alterno ENM, cujus sinus est E M cui respondet angulus refractus O E N, cujus sinus est O N. Ostendimus autem ita esse ON ad EM ut AB ad CD, seu ut 3 ad 2, ut se habet sinus anguli refracti, ad sinum anguli inclinationis in egressu vitri in aërem.

PROPOSITIO LXV.

Problema.

Specillum plano-hyperbolicum convexum unit omnes radios axi parallelos præcisè in eodem puncto.

Sit specillum ABC plano-hyperbolicum convexum, ita tamen ut distantia focorum, ad distantiam verticum sit ut 3 ad 2. Nempè sit talis hyperbola ABC, cui subtendatur linea recta AC, totaque figura circumvolvi intelligatur circa axem D B E, generabitur fusum hyperbolicum, quod si fuerit ex vitro, refringet omnes radios axi parallelos, præcisè in puncto D, seu foco oppositæ hyperbolæ.

Proponatur quilibet radius I K axi parallelus, intelligaturque planum ductum, per hunc radium, & per axem, eritque hyperbola ABC illius plani, & specilli hyperbolici sectio, radius autem HI, in superficie plana ad quam est perpendicularis nullam patitur refractionem, atque adeo in ipso specillo radius KH est parallelus axi: ergo (*per præcedentem*) conveniet cum axe in puncto D. Idem probabo de omnibus aliis radiis axi parallelis: ergo omnes radii axi paralleli in punctum D confluent, quod demonstrandum erat.

COROLLARIUM.

Si lucidum in puncto D comparationis contrapositæ hyperbolæ statuatur, radii ab eo in lentem plano-hyperbolicam incidentes fient paralleli, cum refractio reciprocè per easdem lineas fiat.

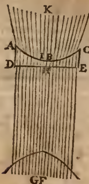
PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

Specillum plano-hyperbolicum concavum, radios axi parallelos remittit divergentes à foco contraposita hyperbola.

Proponitur specillum plan-oconcavum hyperbolicum

bolleum, generatum à circumvolutione hyperbolæ cujus focorum distsoria, ad verticum distan-



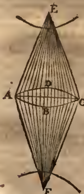
tiam se habeat, ut 3 ad 2. Dico omnes radios axi parallelos, fieri divergentes, à puncto comparationis hyperbolæ oppositæ. Proponatur enim radius GH, si intelligatur planum per axem FB, & radium GH ductum, illius communis sectio cum speciillo solido erit figura ABCED.

Demonstratio. Radius H G in superficie plana cui perpendicularis est, nullam patitur refractionem, atque adeo radius HI, in ipso vitro parallelus erit, sed (*per coroll. prop. 3.*) talis radius ita refringitur in concava superficie, ut divergat, à foco oppositæ hyperbolæ; & hoc de omnibus pariter demonstrari potest, ergo omnes radii axi paralleli remittentur divergentes ab opposito foco, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LXVII.

Theorema.

Lens hyperbolica utrinque convexa, radios ab unius hyperbolæ foco remoto prodeuntes, in alterius focum etiam remotum remittit.



Lens ABCD sit utrinque convexa-hyperbolica, sive hyperbolæ sint æquales sive non; modò utraque se habeat, ut ratio distantiæ focorum, ad distantiam verticum, sit ut 3 ad 2. Lucidum statuatur in puncto E comparationis oppositæ ipsi ADC. Dico fore ut omnes radii concurrant in puncto F, focum scilicet hyperbolæ oppositi ipsi ABC.

Demonstratio. (*Per 61.*) radii procedentes à puncto E intra lentem fiunt paralleli ut primæ refractionis, & qui sunt paralleli vi secundæ uniuntur in puncto F, ergo radii procedentes à puncto E uniuntur in puncto F.

COROLLARIUM.

Hæc propositio locum habet etiam si duæ semilentes hyperbolicæ ab invicem distarent quantum libuerit, modò superficies planæ se respiciant, sintque invicem parallelæ; quia cum radii intra lentes paralleli incidant perpendiculariter in superficies planas, in iis non refringentur, nec parallelismum amittent.

PROPOSITIO LXVIII.

Theorema.

Impropriè meniscus hyperbolicus radios prodeuntes à foco remotiore concavitatis, remittit ut divergentes à foco remotiore convexitatis.

Meniscus ABCDEF, composita ex duabus hyperbolis, eundem axem habentibus, sitque punctum G focus remotior hyperbolæ convexitatis,



& I focus remotior hyperbolæ concavitatis; nam ut sit meniscus impropriè dicta, debet concavitas prævalere, hoc est esse acutior ut vocant, atque adeo habere focum, non ita distantem. Dico ergo si lucidum statuatur in puncto G, post duplicem refractionem radii divergent à puncto I.

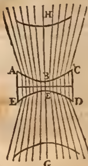
Demonstratio. (*per 63.*) radii à puncto G prodeuntes fiunt vi primæ refractionis paralleli intra lentem; & (*per corollarium ejusdem*) radii intra lentem paralleli axi, divergunt quasi à foco remotiore concavitatis, hoc est quasi à puncto I, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LXIX.

Theorema.

Specillum utrinque cavum hyperbolicum, radios ad unius focum remotiorem convergentes, remittit divergentes ab alterius foco remotiore.

Sit specillum utrinque cavum hyperbolicum ABCDEF. Sitque H punctum comparationis hy-



perbolæ oppositæ ipsi ED, sicut G illius quæ opponitur hyperbolæ ABC. Dico radios convergentes ad punctum G, remitti divergentes, quasi procederent ex puncto H.

Demonstratio. (*Per coroll. 6.*) radii ad punctum G tendentes, si ipsis occurrat hyperbola ABC, vi primæ refractionis fiunt paralleli, & per primam partem, radii paralleli ita remittuntur ac si procederent ex foco remotiore; ergo vi secundæ refractionis ita detorquebuntur ac si procederent ex puncto H; quod erat demonstrandum.

Observatio magni momenti.

Quamvis ea quæ hactenus diximus tam de ellypsi, quam de hyperbola videantur demonstrari ad usum dioptricæ, eas figuras esse accomodatissimas, non tamen puto id tam facilè concedendum. Nam præter difficultatem quæ in elaborandis hujusmodi figuris occurrit, à nemine hactenus superatam, quod sciam, multa sunt alia, quæ de earum utilitate detrahunt. Quod enim pertinet ad difficultatem, nullum unquam reperi artificem, qui se ellypticam, aut hyperbolicam figuram vitro se inducturum sponderet, nam machinæ omnes quæ à Carthesio ad hoc institutum proponuntur, inter nugas à peritis reponuntur, quippe quæ graviter contra principia practica peccent, ostendantque earum inventorem, nunquam in elaborandis lentibus incubuisse. Addo insuper perfectissimam ellypsin, aut hyperbolam, minùs aptam esse ad telescopia formanda, juvandamque visionem, (qui verus est unicus hujus & scientiæ scopus) quàm sphæricas.

Neque enim unicum tantum objecti punctum quod in axe jaceat spectare volumus, sed ea etiam quæ sunt axi vicina. Non demonstratur autem in lente ellyptica, aut hyperbolica radios ab aliquo objecti parte extra axem posita procedentes, & in eas incidentes, in eodem præcisè puncto adunari. Quamvis enim demonstratum sit, puncta lucidi in axe posita, habere focum præcisum in axe, in quo radii omnes uniantur, nihil tamen de lucido extra axem posito actum fuit, cujus radii magis exorbitabunt in lente hyperbolica, aut ellyptica; quam in sphæricis.

Attulit ad me aliquando vir Nobilis Dominus de Vizancourt lentem hyperbolicam ocularem, quam propriis manibus elaborarat, hæc autem saltem ad sensum ab hyperbolæ figura non aberrabat. Experiri autem sumus quid tandem mirabile præ sphæricis præstare posset. Aptataque lente objectiva tubo septem aut octo pedum usi sumus hyperbolica illa lente pro oculari. Notavimus autem objecta media, & in axe sita bene distincta, & optimo situ exhibere, quæ vero essent extra axem nonnihil distorta, & situ alieno. Comparavimus autem aliam lentem sphæricam cujus focus propius accederet ad focum hujus hyperbolæ, deprehendimusque sphæricam, æquè bene distinguere objecta media, seu juxta axem posita, alia verò longè melius exhibere. Ex quibus colligo telescopia lentibus hyperbolicis, aut ellypticis, instructa, non fore præstantiora. Nam quod pertinet ad lentem objectivam, præcipuè verò quæ sit majoris sphæræ segmentum, eam puto ab hyperbola, aut ellypsi, ejusdem foci ita parum deflectere ut defectus humanam superet diligentiam. Describatur enim hyperbola, aut ellypsis, invenieturque circulum describi posse, qui cum ea sensibiliter congruat, saltem secundùm eam partem, quæ in telescopio detegitur. Unde puto inutile esse in lentibus objectivis, hyperbolam, aut ellypsin adhibere; solisque lentibus ocularibus aut myoptris concavis essent hæ figuræ tribuendæ, si aliquid utilitatis inde sperandum foret. Puto tamen inutilem fore omnem conatum. Quare diutius non immorabor, ea tamen volui tradere, quæ sufficerent ad doctrinam, ne in hoc opere nostro aliquid deesse videretur.

DIOPTRICES
LIBER SECUNDUS.
Variæ specillorum combinationes.

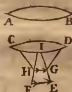
IN superiori libro refractionum leges communes tradidimus, proprietatésque, & accidentia corporum, quibus communiter ad detorquendos radios juvandámque visionem utimur, explicuimus. Ea tamen corpora ut solitariè & seorsim sumpta consideravimus, neque adhuc inquisivimus quàm variè detorquerentur radii, dum ab una in aliam lentem sive cavam, sive convexam inciderent, quid in oculo præstarent dum variè detorti, in illam impingerent; quæ omnia sibi vendicat hic liber, explicanda, & enucleanda minutiùs suscipit.

PROPOSITIO I.

Si lens convexa post alteram ante punctum concursus foci adhibeatur, acceleratur concursus penicillorum, fitque imago distincta objectorum distantium minor.

SInt duæ lentes AB, CD, per quas idem objectum radiet; voco autem objectum remotum, quod magis distat à prima lente, quam sit ejus focus; dico quod si lens AB exprimit imaginem objecti KL in FE, hoc est, si in F fit unio radiorum ad punctum L pertinentium, & radiorum ex puncto K prodeuntium in E, ita ut totalis imago sit EF, fore ut adhibita alia lente convexa inter AB, & EF; citius fiat unio penicillorum, & imago distincta sit in GH multò minor quam FE.





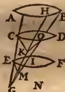
Demonstratio. Radii ex puncto K prodeuntes vi primæ lentis convergunt ad E, post lentem AB, sicut qui ex L procedunt, tendunt ad F, & sic convergentes incidunt in lentem CD, ergo propius unientur in aliquo radio per centrum I lentis CD transeunte; & hoc (*per coroll. 54. 1.*) ergo propius fit concursus penicillorum quod erat primum. Quia autem ille radiorum concursus fit in iis radiis qui transeunt per centrum aut verticem I, erit imago minor ut GH; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In eodem casu, quò magis secunda lens removebitur à prima, eò major erit imago; sed semper minor quam quæ per solam primam lentem exhiberetur.

Sit lens AB, quæ si objiceretur objecto dissito, repræsentaret partem ejus aliquam in puncto G.



dico si alia lens convexa inter punctum & lentem AB statuatur, quò longius à lente AB distabit ut in EF, eò major erit imago. Nam si sit in CD, sit radius HOG per centrum ejus magnitudinis, incidens, qui ferè irrefractus erit. Unianturque in ejus puncto K reliqui radii, eritque punctum K locus imaginis illius objecti, qui repræsentatur in puncto G vi solius primæ lentis. Sit jam lens in EF, est alius radius qui transit per centrum magnitudinis lentis EF nempe radius BIG, & in eo unientur reliqui omnes, uniantur in puncto M. Cum semper sit eadem lens quæ radios similiter convergentes unit in eadem distantia, erunt IM, KO aut æquales aut proximè æquales: sed (*per 16. 1.*) angulus MIN major est interno GO; igitur punctum M magis distat ab axe HN, quam punctum K. Idem probabo facilè in quolibet penicillo ex alia parte posito; igitur tota imago quæ exprimitur adhibita lente EF, major est quam ea quæ exprimeretur adhibita lente CD utraque tamen minor est quam quæ à sola lente AB procederet, ut patet.

COROL.

COROLLARIUM I.

Si lentes AB,CD aut EF sunt æqualium sphærarum portiones; imago quæ exhibetur, adhibita duplici lente, erit minor, tam eâ, quæ exhiberetur lente sola AB; quam quæ à sola CD, aut EF produceretur. Cum enim quæ à duabus producitur, minor sit ea quæ ab lente sola AB procedit; hæc autem æqualis sit illi, quæ adhibita sola CD exiberetur, cum lentes AB, CD aut EF fiot æquales. Sequitur imaginem ortam, ex duabus lentibus æqualibus, minorem esse imagine utriusque seorsim spectatæ.

COROLLARIUM II.

Si secunda lens sit majoris sphæræ portio quàm prima; imago ex utraque simul orta minor etiam est illa quæ ab utraliber seorsim sumpta procedit. Cum enim imago duarum simul minor sit imagine primæ seorsim sumptæ, & imago primæ sit minor imagine secundæ, erit etiam duarum simul imago minor imagine secundæ seorsim sumptæ.

COROLLARIUM III.

Si adhuc tertia & 4. lens adhiberetur adhuc minor fieret imago; modo adhiberetur ante concursum ortum ex duplici lente.

COROLLARIUM IV.

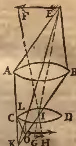
Dum lentes convexæ se tangunt, fit minima imago quæ ex illis simul sumptis oriri potest. Nam per præcedentem, quò magis secunda lens à prima removebitur, eò major fit imago, modò secunda intra focum primæ consistat.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Si post lentem convexam majorem adhibeatur lens convexa minor, fieri poterit ut imago utriusque simul posita major sit, imagine minoris lentis.

Sit lens AB major, CD minor, sitque objectum EF, cujus imago vi minoris lentis CD depingatur in GH, nempe EIG, FIH per centrum magnitudinis ejus transeuntibus, dico posse adhiberi lentem majorem AB, ita ut imago, quæ ab utraque oriatur major sit, quam imago GH.



Ita disponatur utraque lens, ut basis distinctionis primæ lentis seorsim sumptæ, sit in eodem plano in quo GH, hoc est sit punctum K extremitas unius penicilli, seu sit K imago puncti E, à sola lente AB procedens; incidantque radii AC, BK & alii in secundam lentem & BIK transeat per centrum aut verticem I. Quia intersecat radium EIG in puncto I post eam intersectionem magis recedet ab axe, quam radius IG, alii autem radii, AC,EL unientur cum radio IA in aliquo puncto viciniore quidem quam sit punctum K. Quia nempe radii AK, EK, BK convergunt ad punctum K. Uniantur ergo in puncto O, fieri poterit ut radius IO tam magnum angulum comprehendat, cum radio IG, ut punctum O magis recedat ab axe quàm punctum G. Pariter ostendam fieri posse, ut ex alia parte imago puncti F ex duabus lentibus procedens magis recedat ab axe, quàm punctum H; igitur tota imago à duabus lentibus efformata, major erit quàm quæ à sola minori lente exprimitur.

COROLLARIUM I.

Sequitur quod lens secunda habeat imaginem sub majori angulo comprehensam quam si sola esset. Ideoque si secunda lens sit oculus majus videbitur objectum.

COROLLARIUM II.

Ad videnda objecta remota quæ supponantur confusè videri, si quis utatur lente convexa eamque minus removeat quam sit illius basis distinctionis, si hæc lens sit, cjusdem virtutis cum crystallino, non augebuntur objecta. Si fuerit magis convexa, quàm crystallinus objecta minora apparebunt. Si fuerit lens adhibita major, poterit fieri ut objecta majora appareant.

Ratio est quia oculus habet rationem lentis, convexæ ut ostendimus primo libro; sed (*per cor. 2. hujus*) si lentis convexæ præponatur minor aut æqualis, imago duarum simul fit minor quam prioris, igitur si oculo adhibeantur lens, aut æqualis, cum ipso convexitatis; aut minoris sphæræ portio, decrescet imago objecti in retina; si vero adhibeatur lens quæ sit majoris sphæræ segmentum; poterit augeri imago, modo lens illa multum ab oculo removeatur (*per præcedentem*) Suppono autem in his casibus retinam posse accedere & excipere imaginem distinctam quod accidet, si antea videbat objecta confusè. Eò quod retina esset nimis vicina chrystallino; ut accidit in presbytis maximè iis qui habuerunt cataractam.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Basis distinctionis duarum simul lentium, minus distat ab ultima lente, quam basis distinctionis illius solitarie sumpta.

In præcedenti figura sit GH basis distinctionis lentis CD seorsim sumptæ. Dico si adhibeatur altera lens AB, ita ut fiat alia imago, ab utraque lente; qualis est imago objecti E in puncto O, dico inquam minorem esse distantiam hujus secundæ imaginis à lente CD, quàm sit imaginis GH, ab eadem lente.

Demonstratio

Demonstratio. Cum enim imago GH, verbi gratiâ punctum ejus G, formetur à radiis à puncto E, in lentem CD incidentibus; & consequenter divergentibus, punctum verò O, alterius imaginis oriatur ex radiis jam refractis & ad concursum properantibus, tardius unientur (*per corol. 19.*) qui ex puncto E rectà tendunt ad lentem CD, ideoque major erit distantia imaginis GH à lente CD; quàm imaginis O ab eadem lente; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Si oculus objectum dissitum distinctè sine lente videat, adhibita lente convexa, obscurè idem objectum videbit. Si enim sine lente objectum dissitum videt; ejus retina præcisè est in basi distinctionis sui crystallini, nempè præcisè in loco in quo imago est distinctissima. Si verò adhibeatur lens convexa, basis distinctionis fit propior crystallino; atque adeo vix poterit retina ita moveri, ut hanc imaginem in sua distinctione excipiat. Cum autem radii formantes quemlibet penicillum post concursum rursus ab invicem discedant, necessariò erit in retina imago confusa, & consequenter visio confusa, major tamen quia sub majori angulo.

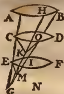
PROPOSITIO V.

Theorema.

Si duæ lentes convexæ modò supradicto jungantur, quò magis secunda à prima distabit; eò minus imago distabit à secunda lente.

In figura propositionis 2. dico imaginem K magis distare à lente CD, quam imaginem M à lente EF.

Demonstratio. (*Per coroll. 2. 19. præcedentis*)

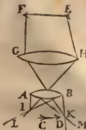


dum radij convergunt ad punctum remotius à lente, eò etiam concursus eorum est remotior ab eadem lente; sed AG, HG, BG convergunt ad punctum remotius à lente GD, quàm à lente CF: ergo punctum concursûs nempe K, longiùs distabit à lente CD, quàm punctum M à lente EF. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quoties oculus videt distinctè aliquod objectum satis remotum; si adhibeat lentem convexam, majus videbitur illud objectum, licèt confusè; & quò magis lentem ab oculo removebit, eò confusiùs idem objectum spectabitur. Primò quod majus appareat objectum facilè ostenditur.

Sit enim oculus AB in cujus retina repræsentetur imago CD objecti satis dissiti EF, adhibeatur lens convexa GH; dico imaginem ejusdem objecti in oculo, fore majorem & confusam. Nam (*per 4. hujus*) imago quæ fiet alia lente adhibita



propior erit crystallino AB. Sit ergo in IK, etiam si in IK sæpe sit minor quam CD, nihilominus si notabiliter sit propior, & retina non possit moveri, ducantur radii AKM, BIL, qui postquam imaginem distinctam, formaverunt in IK, ulterius producantur usque ad retinam, imago tota erit LM major quam CD, radiis à toto crystallino AB ad singula puncta I & K ductis, & se post eum concursum intersecantibus. Si tamen retina haberet motum expeditum, ita ut posset accedere in IK, ut plurimum imago esset minor, & minus videretur objectum.

Secundò assero quò lentem GH magis ab oculo removeris eò majus videndum objectum. Quia (*per 2. hujus*) in tali casu major fit imago IK, & (*per 5. hujus*) minus à crystallino distabit: ergo multò major erit radiorum post imaginem divaricatio; ideoque adhuc major erit imago in retina, unde & majus videbitur objectum; major erit etiam confusio, quia magis distrahentur radii ad singulos penicillos pertinentes, seu radii ad eandem objecti partem spectantes.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Si lens convexa statuatur in puncto foci alterius, seu in basi distinctionis, nulla poterit imago distincta ab utraque sic juncta exprimi.

Sit lens convexa AB, quæ sit præcisè in basi distinctionis lentis CD. Dico fieri non posse; ut vi duarum lentium, sic conjunctarum exhibeatur imago distincta objecti. Sit enim objecti pars aliqua F, cujus imago efformetur in puncto E, per concursum radiorum ad ipsam pertinentium. Hi radii (*per 4. 1. hujus*) etiam posita refractione in puncto E, ulteriùs producti se intersecabunt in puncto E; ergo erunt radii divergentes ab eodem puncto E procedentes. Sed (*per 9. 1. hujus*) radii divergentes, si distent à lente minus quam distantia, basis distinctionis, remanent divergentes, licèt minus devergant; ergo radii ad punctum F pertinentes post lentem AB,

AB, adhuc divergunt, sed ad distinctam imaginem requiritur eorum concursus. Ergo nulla for-



mabitur distincta imago objectorum, dum lens secunda præcisè collocatur in basi distinctionis primæ. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

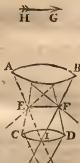
Eodem modo ostendam nullam formandam esse imaginem, si punctum E minus distet à lente AB, quàm sit basis distinctionis lentis AB, propter eandem rationem.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Si lens convexa tantum distet à basi distinctionis primæ, quanta est distantia foci ejus, etiam tunc erit confusio, nullaque ab utraque lente sic juncta efformabitur imago.

Sint lentes duæ AB, CD, ita dispositæ ut EF sit basis distinctionis, lentis AB, depingaturque



objectum HG in EF, sitque imago EF, distans à lente secunda CD, quanta est distantia foci ejus, dico fore adhuc confusionem, nec ullam ab utraque lente posse objecti HG formari imaginem.

Demonstratio. Imago EF radiat eodem modo ac si ipsa esset lucidum aliquod, nisi quod fæpe singula ejus puncta non radient in totam lentem CD. Nam radii AF, BF, post concursum in puncto F, ulterius producuntur, & saltem aliqui incident in lentem CD. Ponatur autem unus aliquis nempe FI, transire per centrum I, puncta F, & E se habent per modum lucidi distantis à lente CD quanta est distantia foci ejus; sed in tali casu (*per* 30. 1. *hujus*) radii omnes erunt paralleli radio FI, pariter punctum E radiabit in lentem CD, quia radii BE, AE, post concursum ulteriùs tendunt. Licet autem aliquando accidat ut nullus radius ex puncto E tendat per centrum I, licet deficiat intelligi tamen potest radius EI, cui reliqui ex puncto E procedentes fient paralleli, igitur & erunt paralleli inter se, ideoque non unientur, quod requiritur tamen ad distinctam imaginem.

COROLLARIUM.

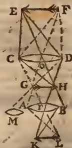
Ex hoc vides ut plurimum dum hoc modo conjunguntur imagines multos radios qui erant in imagine EF, non impingere in secundam lentem.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Si lens convexa statuatur post basin distinctionis alterius ita ut sit major distantia ab ea basi, quam sit distantia propria basis; necessario duabus illis lentibus in aliqua distantia, depingetur distincta objecti imago.

Sit lens convexa AB, quæ statuatur post basin distinctionis lentis CD, nempe post eum



locum in quo objecti imago GH depingitur, sitque distantia imaginis GH à lente AB, major quam sit distantia foci lentis AB, nempe, si sit plano-convexa, sit major hæc distantia diametro convexitatis ejus, si verò utrinque æqualiter convexa; sit major semidiametro convexitatis lentis AB, dico secundam imaginem, depingendam post lentem AB.

Demonstratio. Cum punctum G imaginis radiet in lentem AB, aut in eam totam, aut in partem ejus, parum interest, & punctum G, ex

supposito

ſuppoſitione magis diſtet à lente AB, quam ſit ejus focus. (*per corol.* 19. 1. *hujus* & *per* 54. *ejuſdem.*) Radii tandem concurrent cum eo qui per centrum lentis tranſit, igitur concurrent in puncto L, idem eveniet radiis ex puncto H, prodeuntibus; ergo fiet alia imago priori contrapoſita, & conſequenter eundem ſitum habens, quem habet objectum EF.

COROLLARIUM I.

Quò propior lens AB admovebitur baſi diſtinctioni GH, modò tamen diſtet majori diſtantiâ, quàm focus proprius, eò magis diſtabit imago EL, & conſequenter major erit. Quia (*per coroll.* 55. 1. *hujus*) ſi lucidum magis accedat ad lentem, aut lens ad lucidum, GH autem in noſtro caſu habet rationem lucidi; eo imago ejus magis recedit & fit major, donec GH ſit in puncto foci lentis AB. Tunc imago ejus KL, infinitè diſtabit ut ita dieam, nempe in eo loco in quo radii paralleli uniuntur: fit etiam major quia radii in verticem incidentes angulum majorem comprehendunt.

COROLLARIUM II.

Ex quo fit ut datâ diſtantiâ AK ad quam volumus ſecundam imaginem exprimere, modo hæc diſtantia major ſit diſtantiâ foci, poſſit accedendo, aut recedendo inveniri locus lentis AB, ex quo imaginis GH, aliam depinget imaginem diſtinctiſſimam. Cum enim (*per coroll.* 45. *primi hujus*) ſi ſenſim admoveatur lucidum G, recedat ſenſim ejus imago, ſi verò removeatur, accedat; modò ſemper major ſit diſtantia ejus, quam diſtantia foci à lente; hoc eſt ſi aſſignata diſtantia AK, major ſit diſtantia foci, locus lentis AB invenietur.

COROLLARIUM III.

Qui lentem convexam magis ab oculo removebit quam ſit ejuſdem lentis baſis diſtinctionis, objecta videbit inverſa; quia in ejus retina depingitur imago eodem ſitu quo objectum: in quo caſu ut diximus libro primo Optices, objectum videtur inverſo ſitu. Vel ſi ponamus oculum eſſe lentem AB, punctum E eodem modo radiat in oculum, ac ſi eſſet in puncto H, & F, ac ſi eſſet in G. Ergo eodem modo videbitur objectum, ac ſi eſſet in GH; ſed in GH habet ſitum everſum; ergo videbitur habere ſitum everſum; ergo objectum videbitur inverſo ſitu.

COROLLARIUM IV.

Myopes qui cryſtallinum magis remotum habent à retina, quàm ſit diſtantia baſis diſtinctionis ejuſdem cryſtallini, datâ qualibet lente convexâ, quæ ſit magis remota ab oculo, quam focus ejuſdem lentis, poterunt accedendo, aut recedendo à lente videre objecta inverſa diſtinctiſſimè, & hoc (*per coroll.* 2. *hujus propoſitionis.*) Si verò retina ſit multum admota cryſtallino, nempe ad eam diſtantiam in qua ſoli radii paralleli uniuntur, & aliquantò ad minorem, ii in nulla diſtantia lentis convexæ ab oculo, objectum inverſum diſtinctè videre poterunt. Quia nunquam tantum removeri poterit lens convexa, ut radii ab eodem imaginis puncto in oculum incidentes ſint paralleli; igitur nunquam objectum diſtinctè videbunt. Quò tamen magis removebunt lentem ab oculo, eò diſtinctius videbunt; quia tunc cujuſlibet puncti imaginis radii in oculum incidentes, magis ad parallelos accedent; ergo melius unientur in retina, non erit tamen perfecta unio.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si oculus magis diſtet à lente convexa, quam ejuſdem lentis baſis diſtinctionis, ita ut objecta everſa videat; quò lens erit majoris ſphæra ſegmentum eò majus videbitur objectum.

Sit in figura ſuperioris propoſitionis oculus AB poſitus poſt baſin diſtinctionis GH, lentis CD, reſpectu EF objecti ſatis diſtiti. De objectis enim viciniis aliter philoſophandum eſt, dico ſi lens CD eſſet majoris ſphæræ ſegmentum majus videretur objectum.



Demonſtratio. Si enim CD eſſet majoris ſphæræ ſegmentum major eſſet imago nam (*per Corol.* 55. 1. *hujus*) lens majoris ſphæræ portio objecti remotioris, majorem exprimit imaginem; ſed quò major erit imago GH, eò etiam majus videbitur objectum. Nam quò imago GH major eſt, eò majorem in oculo imaginem producit, quò autem major eſt imago in oculo, eò etiam majus videbitur objectum: igitur quò lens adhibita erit majoris ſphæræ ſegmentum, eò majus videbitur objectum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Quò magis lens ab oculo removebitur, eò minus videbitur objectum inverſum.

In eodem caſu ſi oculus AB, magis ac magis à lente CD removeatur, eò minus objectum videbitur.

Demonſtratio. Quò magis recedet oculus à lente CD, eò etiam magis recedet ab imagine GH; ſed quò magis ab imagine GH, recedet, minor in oculo illius imago efformabitur; ut vidimus in Optica. Ergo quò magis oculus à lente recedet, eò minus videbitur objectum & non tantum ſecundùm magnitudinem decreſcet; ſed etiam

ſecundùm intenſionem, quia pauciores ab eodem imaginis puncto radii in oculum incident.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

De loco apparenti objecti in prædicto caſu.

Graviſſima ſemper eſt difficultas in explicando modo, quo oculus locum objecti videt, & in hoc etiam caſu peculiaris exurgit, eò quòd experientia, non videtur reſpondere rationi, immò, & aliis experientiis eſſe contraria. Conſtat enim experientiâ objectum EF, non videri in loco ſuæ imaginis, nempe in GH: nam hoc centies expertus ſum, & lentes in omnem partem verſavi, ut experirer, an tale quid mihi ſuccedere poſſet. Nihilominus ſi ratio ſpectetur, haud dubiè in loco imaginis nempe in GH videri deberet. Cum enim objectum FE in oculum radiat, per radios ſuæ imaginis, eodem modo videtur oculum afficere debere, ac ſi eſſet in GH. Si enim verbi gratia punctum E eſſet in H mitteret radios ex H in oculum AB; ſed etiamſi ſit in loco proprio nempe in pũcto E, mittit tamen radios quaſi ex puncto H; ergo videtur eodem modo oculum afficere ac ſi eſſet in puncto H. Augetur autem difficultas eò quòd in catoptrica ſimili argumento uſi ſumus, ad terminandum locum, in quo apparere debebat objectum. Nam invenimus ante ſpeculum concavum, ſæpe apparere objectum, eò quòd imago ejus in eo loco, ita inveniretur expreſſa ut omnes radii ejuſdem partis objecti, ita producerentur quaſi ex loco ſuæ imaginis: unde ergo hoc non ſuccedit in lentibus.

Ad ſolvendam difficultatem, quæ eſt graviſſima, revocandum id quod diximus, vix oculum unum præciſè ſumptum diſtantiam objecti percipere poſſe, niſi ex aliorum corporum ſitu, & poſitione. Ideoque in diſtantiis mediocribus utrumque advocamus; ut ex concurſu radiorum opticorum in proprio loco objectum percipiamus. Lentes autem quas elaboramus non ſunt quoad molem ſatis magnæ, ut idem imaginis punctum in utrumque oculum radiet, immo ſæpe accidit, ut neque eadem pars imaginis totam pupillam radiis ſuis implere poſſit. Ut in figura propoſitionis 8, ſit unus oculus AB, alter verò ſit M. Licèt punctum imaginis G radiet in oculum AB, radiis GA, GI, nullum tamen radium emittit in oculum M; ſed neque totum oculum AB illuminat, eſt igitur differentia inter hujuſmodi imaginem GH, & aliud objectum quod in G, H, poneretur. Si enim GH eſſet objectum reale, quodlibet ejus punctum in omnem partem radiaret. At verò à ſingulis imaginis GH partibus conus tantum radioſus emittitur contrapoſitus alteri, cujus baſis eſt lens prima CD. Quod ſi lens CD eſſet maxima portio ſuæ ſphæræ, ideoque angulus coni CGD eſſet maximè obtuſus; fieri poſſet, ut contrapoſitus conus utrumque oculum complecteretur. Tunc autem objectum F videretur in puncto G. Licet autem non habuerim lentem ſatis magnam ut hoc experirer, attamen hoc ſuadet ſpeculum concavum, quod niſi ſit magna portio ſuæ ſphæræ, ita ut in unum tantum oculum radii ab objecto emiſſi reflectantur vix videbitur objectum prominens ex ſpeculo. Si verò, ſit ita magnum, ut conus puncti imaginis in utrumque oculum incidat; judicamus objectum eſſe ante ſpeculum.

In quo notandum eſt faciliùs id fieri poſſe in ſpeculo quàm in lente, quia imago in ſpeculo eſt in quarta parte diametri, in lente verò licèt utrinque convexa, imago recedit à lente tota ſemidiametro. Ergo cæteris paribus, hoc eſt ſi ſpeculum & lens ſit eadem pars ſuæ ſphæræ, obtuſior erit conus radiorum eandem partem imaginis efformantium in ſpeculo, quàm in lente. Sit enim ſpeculum AB, & lens CD, ſintque æquales portiones ſphærarum æqualium, ideoque diametri EK, FL erunt æquales; item æquales erunt ſubtenſæ AB, CD. Objecti autem ſatis diſſiti imago, in ſpeculo erit circa quartam partem diametri nempe in puncto G, at verò in lente CD imago ejuſdem objecti ſatis diſſiti erit, circa centrum F. Igitur major erit angulus AGB, quàm CFD. Ergo poterunt in multis caſibus ambo oculi collocari intra contrapoſitum conum MGN, licèt non poſſint collocari, intra conum OFP: & conſequenter unus tantum oculus videre ſimul poterit imaginem F, & ambo ſimul imaginem G, ſpectabunt, & bene judicium ferent de ejus diſtantia, nempe videbunt objectum in puncto G, interea dum imago F, uno oculo ſpectata, non ita certò videtur quoad locum.



PROPOSITIO XII.

Theorema.

Si lens convexa fuerit majus ſuæ ſphæræ ſegmentum, plura ſimul ab eodem oculo ſpectabuntur, in eo ſitu in quo videntur diſtinctè everſa.

In eadem propoſitionis octavæ figura ſupponatur lens AB, eſſe oculus, & CD lens objectiva. Abſcindatur ex ea lente pars CO, ita ut intercipiantur radii CG, OG; licet eadem formetur imago objecti F in puncto G, pauciores tamen radii illam component, quorum nullus in oculum incidet; igitur non videbitur punctum F, tectâ parte lentis CO, quod detectâ ea parte videtur: igitur ſi lens fuerit majus ſegmentum ſuæ ſphæræ, in eo ſitu de quo loquimur, plura videbuntur ſimul ab eodem oculo objecta. In longioribus tamen, quæ pertinent ad majores ſphæras v. g. duorum, aut trium pedum; illud incrementum parvum eſt, ut facilè negligi poſſit. Ita in tubis opticis etiam ſi minima pars lentis detegatur, tantumdem ferè objecti detegimus. Sed de hoc adhuc infra.

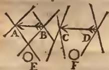
PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Dum objecta per lentem convexam everso situ spectantur quò lens fuerit minoris sphæra portio cæteris paribus, eò plura simul objecta videbuntur.

Sint duæ lentes æquales quoad magnitudinem, inæqualium verò sphærarum portiones, quæ ita successivè oculo objiciantur; ut per illas objecta distinctè everso situ videat, dico per eam videnda esse simul plura objecta, quæ erit minoris sphæræ portio.

Demonstratio. (*Per 26. 1. hujus*) quæ est minoris sphæræ portio, objectorum imagines minores exhibet, & in minori à se distantia; ergo singuli coni efformantes singula imaginis puncta, majorem angulum comprehendunt, quam coni efformantes imaginem magis distantem à lente. Cum enim illi coni seu penicilli habeant pro basi ipsas lentes, quas supposuimus æquales quoad magnitudinem; illi penicilli acutiores erunt, qui sunt longiores, hoc est qui imaginem magis distantem exprimunt: ergo habemus imaginem vi lentis convexioris efformatam, & minorem, & à penicillis majorem angulum comprehendentibus efformatam: ergo plurium objectorum radii in pupillam incident. Sint enim imagines AB minor,



CD major, oculorum pupillæ E, F, cum penicilli efformantes puncta A, & B, sint obtusiores, penicillis efformantibus puncta C, & D; fieri poterit, ut priores adhuc amplectantur pupillam E; posteriores cadant integri extra illam; sed tunc tota imago AB videbitur, & imago CD, quæ supponitur esse ejusdem objecti, omnino non videbitur: ergo plura simul objecta à lente magis convexa videbuntur.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur telescopia minora, cæteris paribus plura simul objecta detegere, quam majora.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Objectum in puncto foci unius lentis constitutum, adhibita secunda lente aliquam potest habere imaginem.

Sit objectum AB, in puncto lentis CD, constitutum. Quod singularum partium radios remittat parallelos illis qui per centrum I transeunt: dico fieri posse ut adhibita secunda lente EF, objecti AB imago depingatur post lentem AB.

Demonstratio. (*Per Coroll. 3. 55. præcedentis*) puncti A radii post lentem CD, erunt paralleli



radio AIG, huic intelligatur alius parallelus HOK transiens per centrum, aut verticem, ideoque virtualiter irrefractus. (*Per eandem 55.*) radii omnes paralleli radio HO, & consequenter radio HI, unientur cum radio HO nempe ad distantiam semidiametri lentis EF, si fuerit utrinque convexa, vel ad distantiam diametri si fuerit plano convexa. Igitur omnes radii ad punctum A pertinentes & incidentes in lentem EF, unientur in puncto K. Pariter ostendam omnes radios à puncto B incidentes in lentem EF, uniri in puncto L, & ita de reliquis, atque hoc tantum requiritur ut imago dicta depingatur. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

In tali casu; quò lens EF magis admovebitur lenti CD, eò plures radios excipiet, si enim illi vicinior esset radius CM, qui inutilis redditur in eam caderet. Quod semper verum est pro aliquibus objectis, præcipuè vero extremis, licet verum non sit respectu mediorum.

COROLLARIUM II.

Quò magis lens secunda, priori admovebitur, eò plurium objectorum imaginem exprimet. Si enim removeretur donec omnes radii v.g. ad punctum A pertinentes, & paralleli irrefracto AIG, longiùs abivissent; nullus eorum in lentem EF incideret, & consequenter post illum nulla esset ipsius imago. Item quò major erit lens EF, eò plura exhibebit objecta.

COROLLARIUM III.

Quò, lens EF erit majoris sphæræ portio, eò major erit imago objecti nam (*per cor. 56. hujus*) diametri imaginum objectorum multum distantium quorum nempe radii sunt physicè paralleli, se habent inter se ut diametri sphærarum, quarum lentes sunt portiones: ergo lens sphæræ majoris, majorem exhibebit imaginem.

COROLLARIUM IV.

In aliquibus casibus hæc dispositio aliquid afferet emolumenti, in aliis non item. Primò quidem certum est quod angulus COH, comprehensus à radiis irrefractis formantibus ultimò imaginem KL post lentem EF major sit, quam ille qui fieret si ex punctis A & B ducerentur lineæ AO, BO, quæ ductæ non sunt vitandæ confusionis gratiâ; nam (*per 21. 1.*) angulus AIB major est angulo AOB; sed angulus AIB æqualis est angulo COH, cum lineæ BI, CO; item AI, OH sint parallelæ, quare si objectum distet à lente EF distantia foci ejus; aut minùs quàm distantia foci sublata CD.

nulla imago objecti illius depingi posset; quia vel singularum objecti partium radii aut paralleli fierent, aut divergentes. Quare in eo casu utilis est hæc combinatio. Si verò distantia objecti AB, à lente EF sit tantùm paulò major, quàm distantia foci ejus; poterit quidem fieri in tali casu, ut quia imago quæ pingeretur à lente sola, E F multum distaret ab ea, licèt imago KL fiat sub majori angulo, alia tamen esset major. Sed percipitur adhuc id emolumenti, quòd multò plures inveniuntur radii in KL quam in illa alia imagine quæ à sola E F formaretur.

COROLLARIUM V.

Imago distabit à lente EF semper eâdem distantiâ, nempè distantiâ foci ejus, cum formetur à radiis parallelis.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Quò lens prima fuerit minoris sphæræ portio, majus objectum apparebit, & ita demonstratur microscopium.

In superiori figurâ, & eodem lentium situ, quò prima lens fuerit convexior, seu minoris, sphæræ portio; eò objecti imago suppositâ eâdem secundâ lente, erit major.

Demonstratio. Si prima lens fuerit minoris sphæræ portio; habebit distantiam foci minorem: igitur cum objectum in ejus foco statuatur, magis eidem lenti & ejus centro I admovebitur. Sed quò magis eidem objecto admovebitur, eò major



jor erit angulus A I B, & consequenter angulus COH illi æqualis; aut KOL oppositus ad verticem: quò autem angulus KOL est major eò etiam imago est major; supponuntur enim in utroque casu radii oriri præcisè in foco seu in distantia æquali; ergo à primo ad ultimum, quò prima lens ad minorem sphæram pertinebit; eò major erit objecti imago; quòd erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Dixi in titulo demonstrari instrumentum illud; quò objecta propiora & parva distinguimus. Solemus autem oculo objicere lentem valde convexam, quæ quò convexior fuerit, eò etiam objecta nobis apparent majora, quod etiam accidit quoties trans sphæram vitream, aqua plenam aspicimus, crystallinus, & oculus vicem habet secundæ lentis suppositur. Ergo presbyta, qui benè possit distinguere objecta remota quorum radii pro physicè parallelis supponi possunt, ille adhibeat oculo lentem valdè convexam; objectumque tantum à lente removeat quanta est distantia foci; singularum partium objecti radii vi prioris lentis remittentur paralleli (*per* 56.*s.*) hujus. Sed radii paralleli vi crystallini, in eo qui objecta remota benè distinguit, unionter præcisè in retina, igitur & majus apparebit, quò minor erit prima lens. Ergo poterit lens valdè exigua mirum in modum augere imaginem objecti in retina, in ea dispositione, quam supra posuimus, fietque microscopium, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Objectum propius lenti admotum, quàm sit focus ejus, adhibitâ secundâ lente, aliquam potest imaginem habere.

Sit objectum AB, propiùs lenti C D admotum, quàm sit focus ejus, adhibeaturque secunda lens; dico fieri posse ut post lentem EF formetur aliqua ejus imago distincta.



Demonstr. (*Per* 47. 1. *hujus*) punctum A, inter focum lentis C D & ipsam positum, post refractionem in C D, factam, habet radios ita divergentes, ac si venirent ab aliquo puncto ulteriori posito, in radio AIK; sit illud, punctum G, quare omnes radii I K, DF, & alii producti concurrerent in puncto G. Removeatur lens CD, ita ut magis distet à puncto G, quàm distantia sui foci; intelligaturque ex puncto G, per O, centrum magnitudinis lentis E F, radius GOL, cum punctum A, eodem modo radiet in lentem FE, ac si esset in puncto G, punctum autem G magis distet à lente EF, quàm distantiâ foci, omnes radii ejus unientur, cum radio GOL. Uniatur in puncto L, eodem modo ostendam puncti B radios uniri cum radio A O M, atque adeo distinctam efformari imaginem; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Quò magis recedet lens E F, à C D eò ipsi propior fiet imago ML, & minor. Nam (*per cor.* 47. 1. *hujus*) quò lens E F magis recedit ab objecto

jecto

jecto G radiante, eò ipsi est propior radiorum concursus. Item quò magis removebitur lens CD, eò minor erit angulus GON, qui sunt duo modi imminuendæ imaginis EF.

COROLLARIUM II.

Si lens EP, sit ita magnæ sphæræ portio, ut distantia GO sit minor distantia foci ejus, nulla imago fieri poterit.

COROLLARIUM III.

Ut ad majorem distantiam exprimatur imago, propius lens EF admovenda est lenti CD, quia tunc propior fit punctis radiantibus G, & N.

COROLLARIUM IV.

Quò lens EP propior erit lenti CD, eò plures radios excipiet; quò remotior pauciores, quod satis per se patet. Illud autem emolumenti habetur ex hac dispositione quòd plures habeantur radii quam si directè objectum radiaret.

COROLLARIUM V.

Quò lens CD fuerit minoris sphæræ portio eò radios minus emittet divergentes. Cum enim in minori lente major fiat refractio, radii refracti magis accedent ad parallelos, ideóque eos detorquebunt quasi puncta G, & N, remotiora essent.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quò lens prima fuerit minoris sphæra portio, eò majus cæteris paribus, apparebit objectum, & hoc modo demonstratur microscopium.

Sit oculus myopis qui objecta satis vicina, verbi gratia, semipede distantia distinctissimè percipiat, sique objectum AB videndum, adhibeatur lens valdè convexa, quæ ita radios remittat refractos, ac si objectum AB, esset in GN,



sit autem distantia OG, unius semipedis, & oculus sit in EF; repræsentetúrque per lentem eandem EF. Clarum est objectum AB, distinctè videri ab oculo EF. Addo & ipsum majus videndum. Primò angulus GON, major est angulo AOB, qui fieret, si ducerentur lineæ AO, BO; vel ut ab oculo EF, objectum AB, distingueretur deberet transferri ad distantiam GN. Clarum autem est, quod sit minus quam GN, ergo ibi translatum minus videretur quam apposita lente CD. Denique, dico quò lens CD, ad minorem sphæram pertinebit, eò etiam majus objectum videbitur. Cum enim (*per coroll.6. præcedentis*) Lens CD minor, radios minus divergentes emittat, minus autem divergentes radii, ex punctis magis distantibus procedant; quò lens CD, minor erit, erit distantia punctorum G, & N major: sed quò hæc distantia major erit, major etiam distantia inter G & N, igitur quò lens prima CD, fuerit minoris sphæræ segmentum, eò majus objectum spectabitur, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Quò lens CD fuerit minoris sphæræ portio, eò magis cæteris paribus admovenda erit oculus EF. Cum enim in tali casu puncta G,& N, magis recedant, & oculus determinatus sit ad certam distantiam ab objecto clarè viso, necessarium, erit oculum accedere.

COROLLARIUM II.

Si tamen puncta G,& N, ita recederent ut GI, major esset semipede, oculus tunc nihil videre posset. Quia etiamsi tangeret CD, nimium distaret à punctis G, & N, sed tunc admovendum magis esset objectum lenti CD, & fierent radii magis divergentes (*per 45.1.hujus*) seu puncta G,& N, fierent propiora.

COROLLARIUM III.

Quia vix invenitur oculus qui ad aliquam distantiam non videat distinctè, ideò ferè omnia microscopia ad hoc revocari debent, nec opus est seligere lentes, sed omnes omnibus oculis accommodatæ sunt, modò mutetur, aut distantia oculi à lente, aut distantia objecti.

PROPOSITIO XVIII.

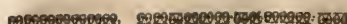
Theorema.

Si objectum paulò magis distet à lente, quam focus ejus, admotâ secundâ lente, aliquam potest habere imaginem distinctam.

Sit objectum AB, paulò magis à lente CD, distans quam sit focus ejus; dico si admoveatur lens EF, posse fieri ut detur aliqua ejus imago distincta.

Demonstratio. (*Per 20.1. hujus*) radii refracti ad eandem objecti partem pertinentes convergent, quantum volueris pro majori objecti AB, à lente CD distantia, sed radii convergentes incidentes in lentem convexam EF, adhuc magis convergent, & citiùs unientur, (*per coroll.2.54.1.hujus.*) ergo poterit haberi post lentem convexam EF, aliqua objecti imago, quod erat demonstrandum.

PROPO

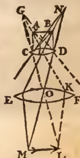


PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Quò lens Prima fuerit minoris sphæræ portio, eò cæteris paribus imago objecti major erit: & demonstratur adhuc microscopium.

In eadem dispositione si cæteris maneant eadem, & lens CD fiat minoris sphæræ portio, major erit imago.



Demonstratio. (*Per cor 60. 1. hujus*) quoties objectum est valde propinquum; lentes minores in eadem distantia imaginem exprimunt majorem: sicut ergo ostendimus si adhibeatur lens convexa major, majorem esse imaginem, quia nempè lens convexa major objecti distantis majorem de se apta erat imaginem efformare; ita etiam objecti proximi lens convexa minor, apta est de se ad eandem distantiam majorem exprimere imaginem, ideoque si secunda lens adhibeatur otrobique in loco commodissimo & paulò ante concursum major erit imago, si lens CD minoris fuerit sphæræ portio.

Istud genus microscopii utile est iis qui crystallinum parum convexum habent, & retinam nimis eidem crystallino vicinam; qui defectus iis plerumque accidit, quibus adempta est ab oculis cataracta. Habent enim crystallinum ita complanatum & ita debilem oculorum aciem, ut adhibitâ quacumque lente convexa, objecta remota non videant.

Si enim convexo maximè utantur specillo, objectorum distantiam fit imago ita parva, ut vix sentiatur. Adde quod objecta quæ distingui debent quantum satis est ad legendum, si remota sint, minus intensos emittant radios; si verò sint propinqua & lens sit valdè convexa jam fiat istud genus microscopii.

COROLLARIUM I.

In hac combinatione semper concursus radiorum post lentem EF, ab ea minus distat quam ejus proprius focus. Cùm enim sive lens E F admoveatur lenti C D, sive non radii ad singulas partes objecti pertinentes convergant; citiùs unientur post lentem E F quam si essent paralleli, sed si essent paralleli præcisè unirentur in ejus foco, igitur citiùs unientur.

COROLLARIUM II.

Ut aliquid utilitatis ex ista doctrina percipiamus, illi quibus ut dixi adempta est ab oculis cataracta, dum utuntur specillo valde convexo vix illud oculis propius admovent, sed in aliqua distantia. Ponamus ergo specillum esse lentem C D, oculum E F, & objectum A B quod clarè videatur: quæritur utrùm posset admoveri specillum oculo E F, & objectum videri cum æquali distinctione. Primò si admoveatur oculus specillo, penicilli non erunt uniti præcisè in retina, sed post ipsam, nempè in majori distantia quam in primo casu. Dico ergo si objectum removeatur, poterit ad eandem distantiam, nempè in ipsa præcisè retina sicut priùs imago depingi; quia tamen objectum ita remotum minus intensos emittit radios, si aliquis velit immoto objecto, ejus tamen visionem distinctam habere, substituatur lens convexior, hæc enim radios ad majorem refractionem detorquebit, atque adeo, citiùs ad concursum penicillos coget.



PROPOSITIO XX.

Problema.

De nocte exigui prototypi ingentem in muro imaginem distinctam exhibere duabus lentibus.

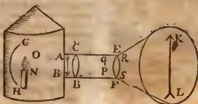
Jam superiori libro indicavi eruditum Danum, hoc anno 1665 Lugduno transiisse, qui in dioptrica benè versatus inter alia laternam exhibuit, è qua erumpebat tubus unius circiter pedis, qui aliquandò in paulò majorem longitudinem adducebatur, prout id exigebat casus. Quantùm autem licuit conjicere tubus duabus lentibus convexis instructus erat, inæqualibus tamen, quarum quæ introrsum respiciebat minoris sphæræ segmentum erat, quæ verò exteriorem occupabat tubi partem, è majori sphærâ detracta erat. Lampas inerat laternæ, ellychnio satis magno instructa, ideoque flammam luculentam emittente: post lampadem speculum concavum cujus diameter duorum tantum digitorum, concavitas autem magnæ hoc est parvæ sphæræ segmentum erat. Ita autem dispositæ erant omnia, ut lumen ex speculo tecta in primam lentem incideret; oblato autem tubo & aperta laterna, ut solios speculi vis spectaretur, apparebat multum luminis, videbaturque esse major illuminatio extensivè in pariete, quam speculum; ideóque poterant radii esse paulisper divergentes, non tamen multum. Inter facem & primam lentem interiorem, erat imago exigua non superans magnitudine ipsam lentem, sed aut illi æqualis aut etiam minor. Hæc pellucidis, & valdè dilutis coloribus non tam depicta erat, quàm adumbrata, ferè que primam lentem tangebat; cum laternæ ita dispositæ tubum ad parietem ita obverteret, ut nullum aliunde, nisi per eum affulgeret lumen; spectabatur alia imago priori omnino similis, in

pariete

pariete, sed multò major, suis expressa coloribus, in medio benè illuminati circuli conspicua, hæc autē notavi. Primò quò murus in quo exprimenda erat imago magis distabit, eò etiam major erat imago; ita ut ad distantiam 20. pedum, & etiam paucorum hominis magnitudinem ferè adæquaret. Secundò quò ad majorem distantiam depingenda erat imago, eò magis contrahebatur tubus; dilatabatur autem si minor, & ad minorem distantiam. Tertiò imaguncula in laterna inversa erat, ut sui effigiem erectam in opposito pariete exhiberet, ablatâ imaguncula solus apparebat circulus integer lucidus; neque enim flammam inversam, aut erectam repræsentabat. Si tamen oculo exciperetur talis splendor, flamma videbatur inversa; ideóque erectum obtinebat in retinâ situm. Duo autem hic conciliandi effectus ut imaguncula effigiem distinctam habeamus in pariete, & flammæ imaginem confusam.

Dico autem primò respectu imaginis fuisse eadem propositum (*propositione* 16.) quem ita explico. Primò imaguncula ferè ab omni parte illuminatur, cum enim quælibet ejus pars excipiat radios directos à singulis flammæ illius satis amplæ punctis, & illi radii postquam in eâ parte concurrerunt, & illius colorem imbiberunt, producantur usque ad lentem.

Jam hoc habemus quod vi illorum radiorum quælibet pars imagunculæ, aut totam lentem convexam priorem afficiat, aut saltem plures ejus partes. Deinde radii à speculo procedentes plurimum juvant, quos volo tantisper esse divergentes. Neque verò tantum cogitandi sunt radii divergentes quasi ab uno tantum puncto in diametro: sed quasi divergentes à pluribus diametris speculi, eò quòd flamma candelæ non sit unicum punctum, ideoque quasi alia flamma post ipsam lentem cogitanda est. Quibus positis ostendo imagunculæ repræsentationem posse depingi in pariete. Nam (*per* 16. *hujus*) poterit objecti seu imagunculæ A B propiùs admotæ primæ lenti C D, quam sit focus ejus, si adhibeatur alia lens E F, imago depingi ad quamcumque distantiam; cæteræ autem proprietates descriptæ laternæ, satis expressæ sunt (*in corollis*

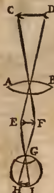


ejusdem propositionis 16.) necesse autem est lentem E F esse majoris sphæræ segmentum, & habere distantiam foci multò majorem quam sit distantia objecti AB ab eadem lente E F. Cum enim vi refractionum in lente CD factarum, objectum AB incipiat radiare, per radios divergentes; radiabit quasi esset in G H. Ut autem formetur aliqua imago, debent G & H puncta ex quibus A & B virtualiter radiant, esse saltem remotiora à lente EF, quam sit focus ejus: ita si GH esset præcisè in distantia foci lentis E F, imago K L tantum in distantia infinitâ, distincta esset. Si verò E F sit paulò remotior ab iis punctis G, H, virtualiter radiantibus, imago K L fiat propior. Est igitur microscopii aliquod genus. Aliæ verò species in quibus objectum A B esset in foco lentis C D, non præstarent effectum qui requiritur: tunc enim ut ostendimus (*prop.* 14. *cor.* 5.) imago eadem semper distantiâ distabit, quâ distat basis distinctionis. Cum radii ad eandem objecti partem pertinentes incidant paralleli in lentem E F, multò minus potest objectum A B, magis distare quam distantia foci ejus, quia ut ostendi, (*coroll.* 1. *proposit.* 19.) imago KL semper ab ea distaret minus quam focus ejus. Atque hæc de imagine objecti AB.

Quod verò pertinet ad radios facis, aut speculi qui non debent flammæ imaginem repræsentare, volo ut flamma N O magis distet à lente C D, quàm sit distantia foci ejus; atque adeo ut imago ejus repræsentetur in qP, ante lentem E F. Quia enim focus lentis E N est ultra C D, imago q P vicinior erit lenti E F, quam ejus focus, & radiabit post lentem EF, eodem modo ac si esset remotior à lente verbi gratia prope C D: neque radii pertinentes ad eandem partem flammæ N O, ullo modo concurrent, procedunt enim divergentes. Quare idem apparebit circulus luminis in K L qui propagaretur, si flamma esset prope E F tanquam per foramen atque hoc modo non exhibetur imago candelæ. Non est autem necesse ut imago flammæ NO, præcisè exhibeatur in q P, potest enim exprimi in toto spatio inter C D & E F, immò etiamsi esset in ipsa E F, aut immediatè post ipsam aut in R S, adhuc efformaretur circulus luminosus in K L.

Restant radii à speculo remissi qui possent tripliciter se habere, quomodocumque autem se habeant, non turbabunt imaginem K L prototypi A B: quia ostendimus quoscumque radios ejusdem partis imagunculæ A B, uniri in eodem puncto imaginis K L, ideoque quomodocumque illuminetur A B, & ex quacumque parte, semper eadem manebit imago K L. Ideoque si deficiant aliqui radii, ex una parte, & alii augeantur, nihil intererit. Possunt autem radii reflexi tripliciter se habere, nempè vel erunt paralleli si flamma N O, sit præcisè in foco speculi G H, vel erunt divergentes si flamma sit propior eidem speculo, erunt convergentes si flammæ distet

partem D, in puncto E, objectum autem C D, post imaginem E F. Eodem modo radiabit ac si



esser in EF, & quia EF situm habet contrarium objecto C D, oculus G videbit objectum C D inversum. Eritque ejus imago H I, quæ vel æqualis est, vel minor, vel major illa imagine objecti C D; quæ esset in oculo ablata lente AB. Si est major habemus intentum; Si est minor aut æqualis, loco lentis A B alia substituatur majoris sphæræ portio, & augebitur imago EF (*per 60.1.hujus*) Quia autē possunt inveniri lentes majores & majores in infinitum, poterit tandem lens AB ita augeri, ut imago EF, & consequenter H I major sit illa, quam in oculo efficeret objectum CD directè spectatum.

Expertus autem sum lentem plano convexam cujus diameter erat 7. circiter digitorum, objecta exhibere æqualia, hoc est in oculo imaginem H I, æqualem fuisse illi quam idem objectum effecisset in eodem oculo, nulla adhibita lente convexa.

Ut autem imago E F, quæ accessibilis est major videatur. Fiat engyscopium commune descriptum (*prop.14.aut 16.*) hoc est adhibeatur lens convexa minoris sphæræ portio. Quia autem homines communiter benè vident ea quæ distant uno pede aut altero, ita secunda lens KL adhibea-



tur ut radii post eam fiant divergentes, hoc est ita ut radii puncti E post refractionem in K L factam, divergant à puncto M distante ab oculo uno pede. Pariter puncti F radii; post refractionem ita divergant, ac si directè procederent à puncto N; tunc (*per 16*) fiet in oculo objecti E F imago OP, multò major quam antea esset. Ergo videbitur objectum C D, multò majus, quod erat intentum.

COROLLARIUM I.

Quia autem ostendimus (*eadem prop. 16. coroll.6.*) quò K L fuerit minoris sphæræ portio, eò majorem videri imaginem E F, ideo in istis telescopiis, quò secunda lens fuerit minoris sphæræ portio, eò etiam majus apparebit objectum; sed illud etiam accidit quod ultra certum terminum incipiat objectum paucioribus spectari radiis, quàm ut distinctè appareat. Certa igitur mensura servanda est. Quæ tamen sit optima proportio inter primam & secundam lentem, est satis difficile assignare; dicam tamen in ea materia quæ me usus potiùs docuit quam demonstratio.

Primò non eandem semper proportionem observandam; nam longiores tubi, acuriorem proportionaliter lentem ocularem patiuntur; immò duæ lentes objectivæ æquales quidem in convexitate, sed inæquales in perfectione, inæquales oculares patiuntur, & quæ meliùs est elaborata, magis convexam lentem ocularem admittit. Hæc tamen notavi. Lens objectiva duorum pedum cum quadrante, admittet facilè ocularem unius digiti cum dimidio, ita ut sit propositio 18. ad 1.

Lens objectiva pedum 8. ocularem admittit 4; digitorum quæ est 24. ad unum. Hanc notavi in telescopio elaborato ab Eustachio Divini.

Lens 10. circiter pedum habet lentem 4. digitorum cum dimidio.

Notandum tamen si adhiberentur adhuc aliæ lentes ad restituendum situm objecti, non posse lentes oculares esse acutas, sed debere minui proportionem illam ut dicam infra.

COROLLARIUM II.

Myopes debent magis admovere lentem secundam primæ: hoc est ut tubum hujusmodi constituant in situ distinctivo, respectivè ad suum oculum, debent illum paulò breviorem reddere. Nam (*per coroll.4.16.hujus*) ut imago exprimatur ad majorem distantiam à secunda lente, debet prima lens magis admoveri objecto. In nostro autem casu objectum est imago E F, prima lens est KL, secunda oculus, & myopes habent retinam magis remotam à crystallino; igitur lens K L debet magis admoveri imagini E F, quàm si oculus hoc vitio non laboraret. Sed dum admovetur imagini EF, tubus fit brevior, ergo respectu myopum tubus brevior esse debet.

Possemus servatâ eâdem tubi longitudine eum tamen reddere aptum myopi, si nempe immediatè ante oculum lentem concavam adhibeamus. Cum enim myopis oculus, lente concavâ instructus, æquivaleat oculo communi; tubus illi aptus erit, vel etiam ablatâ lente oculari K L, alia substitui potest quæ sit majoris sphæræ portio, poterit tubus reddi aptus oculo myopis.

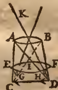
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Telescopium tribus convexis constans, objecta eversa exhibens.

Præter superius allatam duorum convexorum combinationem, posset alia exeogitari in qua lentes oculares duæ adhiberentur, sed ut fateor quæ unius tantum vicem habebunt: quæritur ergo quænam sit illarum lentium dispositio, & quid emolumenti ex ea percipi possit. Adhibetur lens prima imaginem exhibens post quam duæ leotes adhibentur, non tamen ita acutæ, ae si unica adhiberetur. Quæritur, an aliqoid emolomenti ea ea dispositione accipi possit? dico ergo objecti magnitudinem non multò magis augendam quam si uniea lens, acutior seu minoris sphæræ portio pro duabus substitueretur, majorem tamen objecti partem videndam esse. Nam licèt vi primæ lentis radii fiant divergentes, nempè qui ad eandem objecti partem pertinent, multi amittentur & peribunt, qui vi secundæ lentis jam ad concursum aliquem detorquentur, & ad pupillam perveniunt, qui extra illam eaderent; unde expertus sum sæpè, modò materia vitrorum sit satis conspicua hujusmodi combinationem esse utilem, & benè exhibere objecta, & multò plura, quod quilibet præter ratiocinationem experiri potest. Debet autem lens prima ocularis majoris esse sphæræ portio, secunda autem minoris.

Alia item trium lentium combinatio excogitari potest: examinabimus autem quid emolumenti ex ea, quid detrimenti possit accipi. Diximus propositione prima hujus, si secunda lens post priorem ante basin distinctionis adhibeatur, fieri imaginem distinctam, sed minorem; & secunda propositione diximus, quò magis in eadem combinatione, lens secunda distat à prima eò majorem esse imaginem, semper tamen minorem ea, quam sola prima exprimeret. Quare hoc habemus quod si secunda lens post primam ante basin distinctionis adhibeatur; minus apparebit objectum, quia imago minor erit. Potest autem fieri ut non multum decrescat, ut si esset lens AB, quæ sola deberet alicujus objecti imaginem CD, exhibere. Adhibeatur paulò ante focum



lens E F, hæc aliam imaginem exhibebit in GH, sed penicillus A D B, multò est acutior penicillo I H F; angulus enim I H F, externus angulo interno I D F major est (*per* 17.1.) quando autem penicilli sunt multum acuti, nunquam imago est præcisa, si verbi gratia, radius BD non concurrat cum radio K D, præcisè in puncto D, longius ab eo aberrabit, quam si magis obtusus esset. Unde id emolumenti haberi potest ut præcisior sit imago. Secundò id etiam commodi accidit, quod plura simul videntur objecta duplici ex causa, prima quod imago G H, sit paulò minor quam imago C D, secundò penicilli introrsum detorqueantur, atque adeo faciliùs in tertiam lentem & in oculum incidere possint: igitur plura videri possint objecta.

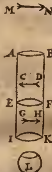
Pater Zucchi refert allatum fuisse telescopium duabus lentibus convexis & una concava constans, in quo nihil commodi ex superadditâ lente convexa notarat, sed potius detrimenti. Quod quidem facilius in telescopio convexo-concavo concederem, quam in convexo-convexo, eò quòd specillum concavum, ut videbimus, ante basin distinctionis adhibendum sit, si adhiberetur alia lens convexa ante concavam, nimium minueret imaginem, quia nempè nimium distaret à basi distinctionis. In telescopiis autem convexo-conveais, quia lens ocularis post basin distinctionis statuitur, tertia quæ addetur paulò ante eandem distinctionis basin collocabitur, poteritque eum effectum præstare qui supra descriptus est.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Telescopium tribus convexis constans objecta erecta exhibens.

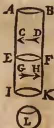
Sit lens A B objecti cujuscumque diffiti imaginem CD exhibens. Removeatur ab imagine



CD, lens alia EF quæ sit minoris sphæræ portio, sed magis removeatur quam sit proprii foci distantia, ut, verbi gratia, si sit convexo-convexa, removeatur ab imagine CD, quanta est distantia diametri suæ, hæc aliam imaginem GH, æqualem priori CD exprimet. Si velis ut imago GH, major sit imagine CD, magis admoveatur lens EF, non tamen usque ad distantiam semidiametri suæ convexitatis; quò autem vicinior erit, eò GH major erit, sed fiet longior tubus. Habemus igitur aliam imaginem GH priori contrapositam & æqualem, ideoque eundem situm habentem, quem objectum, hæc imago GH spectatur microscopio

copio IK, nempe ut major appareat adhibeatur lens convexa IK, & oculus L, spectabit objectum multò majus.





Demonstratio. Certum est (*per 60. 1. hujus*) lentem AB, exprimere imaginem objecti inverso situ; & quia objectum MN eodem modo radiat post imaginem CD, ac si re vera esset in CD: si autem esset in CD, & objiceretur lens EF paulò remotior ac focus ejus depingeretur illius imago GH, quam possumus trans lentem IK aspicere ut fiat microscopium.

COROLLARIUM I.

Quò lens IK erit acutior, eò majus videbitur objectum: quia (*per 17. hujus*) quò lens IH minoris fuerit sphæræ portio, eò major videtur imago GH, & consequenter objectum MN.

COROLLARIUM II.

Dubitare jure quis posset, an si lens EF esset majoris sphæræ portio, secunda imago GH major esset. Certum est quod si imago CD distet præcisè à lente EF, diametro suæ convexitatis, quòd imago GH erit æqualis imagini CD, & hoc cujuscumque tandem sphæræ sit lens EF. Cum hoc tamen discrimine, quòd longior evadet tubus, si EF ad majorem sphæram pertineat. Si verò imago CD fiat propior lenti EF, quam semidiametro suæ sphæræ, & consequenter imago GH magis ab ea recedat, quam semidiametro sphæræ ejusdem lentis EF; quò EF ad minorem sphæram pertinebit, eò major fiet imago GH, (*per cor. prop. 60. 1. hujus.*)

COROLLARIUM III.

Praxis autem hujus propositionis duplici modo haberi potest. Primò, ita dispone lentes AB, EF ut per illas duas videatur objectum MN, distinctè & inverso situ, tum adhuc paulisper removebis lentem EF ab AB.

Denique lentem IK, sensim admovebis donec per tres simul distinctissimum appareat objectum & situ naturali.

Alius modus est ut lentem IK removeas à lente EF, saltem sesquidiametro convexitatis EF, seu tripla distantia basis confusionis, & adhuc paulò plus, hoc est insuper ferè distantia foci lentis IK, deinde hujusmodi lentes ita dispositas sensim admovebis lenti AB, donec objectum quàm distinctissimè appareat.

Notandum autem in hoc telescopio debere minui proportionem lentis objectivæ ad ocularem, ita ut sit ut 14. ad 1. Nam expertus sum in lente objectiva, cujus basis distinctionis remota erat duobus pedibus cum quadrante, optimas fuisse lentes oculares, quarum focus erat tantùm duorum digitorum. Erant autem duæ oculares æquales.

Notandum item in hac combinatione oculum multùm esse remotum ab ultima lente oculari, ideòque ejus omnes defectus, & bullæ oculo objiciuntur. Item objectum multùm quidem augeri, incurvari tamen nonnihil, & paulisper confundi.

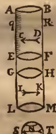
PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Telescopium quatuor convexis constans.

Telescopium istud in eo differt à superiori, quod in superiori inter imaginem CD, & GF, unica tantùm lens interjiciatur; facilius autem est ut ad formandam imaginem GH utamur aliquo microscopio descripto prop. 16. duasque adhibeamus lentes, hoc modo.





Sit lens AB, quæ exprimat imaginem CD. (*Per 6. hujus*) adhibeantur duæ lentes EF, GH, sitque EF propior imagini CD, quàm ejus focus; ita ut post ipsam, radii ad idem objectum pertinentes fiant nonnihil divergentes, veniantque quasi ex punctis q, & R. Adhibeatur lens GH, sitque utriusque imago IK, quæ rursus spectetur microscopio LM, N, fietque imago ST, quæ cum sit objecto contraposita repræsentabit objectum prout est.

Demonstratio. Certum est, (*per 60. 1.*) lentem AB solam exprimere imaginem objecti, in basi distinctionis quam suppono esse in CD. Certum est item, (*per 16. huius*) cum objectum OP, ita radiet, post imaginem CD, ac si revera esset in CD, quod poterunt lentes EF, GH, exprimere imaginem, objecti CD; denique quod imago IK possit augeri si per lentem LM oculus N

 eam

eam respiciat, & hoc (*per eandem* 16. *hujus*) igitur est. Fieri potest tale telescopium, quod erat ostendendum.

Possunt enim lentes EF, LM, quæ sunt primæ in duobus microscopiis, ita augeri, ut videatur objectum multò majus, quàm si directè spectaretur (*per* 17. *hujus*.)

Est major difficultas determinare an lens GH, debeat esse minoris sphæræ portio, ad hoc ut augeatur objectum. Et primò quidem, si imago CD præcisè distaret à lente EF, quanta est distantia foci ejus, certum est quod quò lens GH ad majorem sphæram pertineret, eò major esset imago IK, (*per cor.* 3. 14. *hujus*.)

Pariter si EF longiùs distaret ab imagine CD. Si verò sit propiùs admota, ita ut punctum C, post refractionem in lente EF factam, radiet, quasi ex puncto q. si lens GH esset ita magnæ sphæræ portio, ut punctum q, minus distaret quàm ejus focus, nulla fieret imago. Dicendum igitur est in genere, quia objectum CD, aut etiam q, R, non multum distat à lente GH, (*per cor.* 6t. 1.) quò lens GH erit minoris sphæræ portio, eò imaginem IK, majorem fore.

COROLLARIUM I.

Ut aliquid dicamus ad praxin spectans. Invenio satiùs esse, ut tres lentes oculares EF, GH, LM, sint æqualis convexitatis. Secundò, quò eruor majores sectiones suarum sphærarum eò cum majori lumine objecta videbuntur. Tertiò extremitates ut plurimum sunt tegendæ, alioquin fiet circa objectum aliqua Iris. Quartò Oculus non debet lentem LM tangere, ideóque debet addi aliquis tubus perforatus ut oculus inveniatur in axe omnium lentiū. Si enim tantisper ab en axe deflectat; nihil videbit, sed adnascentem nubeculam cæruleam spectabit. Quintò proportio lentis objectivæ cum ocularibus hanc invenio aptissimam, si nempe objectiva lens uniat radios ad distantiam duorum pedum cum quadrante; qualibet lens ocularis uniat radios ad distantiam duorum circiter digitorum.

COROLLARIUM II.

Modus disponendi lentes, ad distinctam visionem, licèt ex ipsâ propositione erui facilè posset; quia tamen satis est difficilè basin distinctionis cujuslibet lentis experiri, præcipuè verò in lentibus objectivis, ideò hoc modo facilius præstare poteris. Primò trans duas lentes AB, EF, objectum spectabis, easque ita removebis ab invicem, donec distinctissimum, inversum tamen, spectetur objectum. Idem præstabis cum duabus ultimis lentibus GH, LM. Tunc lentes GH, LM, ita dispositas admovebis aliis duabus, donec objectum distinctum & erecto situ appareat.

COROLLARIUM III.

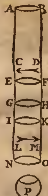
Alia dispositio esse poterit. Si lentem unam paulò ante basin distinctionis lentis objectivæ ponas, ut expressiorem habeas imaginem. Tertia distet à secunda duplâ distantiâ sui foci. Quarta item distet duplâ distantiâ foci tertiæ, & insuper ferè distantia sui foci. Si tertiam magis admoveas secundæ majus erit objectum.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Telescopium quinque convexis constans.

Id incommodi habet telescopium quatuor convexis constans, ut lentes oculares sint minoris sphæræ portiones, ex quo sequitur ut circa limbos iridem efforment. Quod incommodum vitatur ut plurimum, si quinque convexis otamur. Lentes enim poterunt esse majoris sphæræ portiones, & consequenter sub eâdem magnitudine habebunt superficies minus inter se inclinatas; facilè autem ostendimus, (*prop.* 22.) tribus convexis, & oculo posse secundam imaginem efformari. Si nempe prima lens ferè sit in ipsa, basi distinctionis primæ, tertia distet à secunda paulò minùs quàm distantia foci sui, quarta à prima ut exigit microscopium prop. 16. habebitur imago L M, quæ ut augeatur, spectabitur



lente convexa NO, & oculo P; nam lens EF, in ipso ferè foco lentis AB posita, nihil efficit aliud, quam radios ad idem objecti punctum pertinentes colligere. Unde objectum DC spectandum est quasi esset in ipsa EF, in tali autem casu GH, & IK telescopium perficiunt 16 aut 18 propositione descriptum, cætera sunt communia alteri telescopio. Ideoque licèt lens NO sit minoris sphæræ portio, aliæ tamen possunt ad majores sphæras pertinere.

Modus quo hujusmodi lentes ordinantur non est unicus. Primò tres lentes AB, EF, GH, tubo inserantur, ita ut per eas simul sumptas objectum distinctum, & eversum videatur; quod idem est ac si quatuor lentes secundam imaginem LM formarent; nam oculus unius lentis vicem obtinet. In alio tubo lens IK, & NO ita disponantur ut per ambas respiciendo objectum distinctè eversò tamen situ videatur, illasque ita dispositas sensim admovebis aliis, donec per omnes simul objectum distinctum, & erecto situ appareat. Alij singularum lentium accepta basi distinctio-

nis,

tis, posteriorem præcisè in basi distinctionis constituunt, & hoc modo habent intentum.

Eustachius Divini hâc utitur, secundum convexum tantisper ultra focum objectivæ lentis collocat, tertium citra focum secundi, ita ut desit quarta pars distantiæ foci ejus; quartum similiter ad tertium, quintum ad quartum.

Ut autem tam dispositio quam vitrorum proportio oculis subjiciatur, hic referam exemplum telescopii Domini Demoneonis viri eruditissimi, qui scientiæ cupidus non solùm totam Europam peragrarat, sed etiam nonnullas Asiæ regiones: habui autem præ manibus ejus telescopium quod ab Eustachio Divini triginta aut quadraginta nummis aureis sibi comparárat. Erat autem hujusmodi, Quinque convexis constabat.

Lens objectiva palmorum circiter 15, seu pedum Regiorum 10, circiter.

Distabat lens prima ocularis ferè eodem spatio nempe post basin distinctionis erat posita sed non longè ab illa aberat.

Tres primæ lentes oculares habebant focum distantem digitis seu unciis pedis Regii Gallici fere 11. distantia inter utramque lentem erat 7 digitorum, cum dimidio; sicut & distantia ultimæ lentis vicinioris oculo à penultima.

Focus autem ultimæ lentis erat digitorum 4 & linearum duarum. Multum quidem augebat objecta ita ut ad distantiam duarum leucarum potuissem aliquem in fenestra videre; videbatur tamen objectum non usque adeo clarum.

Aliud telescopium quinque convexis constans vidi, quod Pater Reyta Ducissæ Sabaudiæ donaverat.

Optimum telescopium cujus lens objectiva trium pedum sequens ocularis duorum digitorum cum dimidio, secunda & tertia ocularis unius digiti cum dimidio, quarta oculo vicinior unius digiti, & novem linearum.

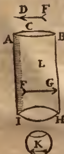
PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Telescopium in Engyscopium convertere.

Sit telescopium quodcumque supra descriptum, præcipuè verò si duabus tantùm lentibus constet ita disponatur ut lentes multùm distent ab invicem, & objectum fiat vicinius lenti objectivæ, non tamen ita ut sit intra distantiam foci ejus; poterit fieri Engyscopium in quo objecta multùm augebuntur. Sit enim lens objectiva AB cujus focus C, sitque objectum DE, ultra ejus focum (*per coroll. 60. t. hujus*) hæc imaginem majorem exhibebit quam sit objectum ipsum, cum antea objecti remotioris imaginem minorem exhiberet. Sit imago FG, ut adhuc ulteriùs augeatur inspiciatur per lentem IH, ab oculo K, (*per 16. hujus*) adhuc major videbitur. Igitur si longior fiat tubus telescopii, fiet engyscopium; quod erat demonstrandum.

In quo notandum est ad quamlibet tubi longitudinem majorem consueta, posse inveniri distantiam objecti, in qua distinctè videatur. Sit enim distantia quæcumque, nempe ea quæ intercedit inter AB & IH, sitque objectum multùm distans; ita ut AB ejus imaginem exhibeat in puncto L, quò magis totum tubum & consequenter lentem AB objecto admovebis, eò magis recedet imago à lente AB & hoc sensim; ergo poterit in-



veniri per attentationem, aliqua distantia objecti à lente, in qua imago se offerat ante IH, & ab oculo K distinctè videatur.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Telescopium binoculum.

Mirum est quantum juvetur visio præcipuè verò ad judicandum de objecti distantia, & consequenter de magnitudine à geminis oculis. Non dubito autem in his Telescopiorum generibus in quibus ut ita dicam non tam objectum ipsum, quam ejus imaginem in aëre efformatam speculamur, & objectum propter unionem penicillorum, ita radiat in oculum, ac si re vera in loco imaginis existeret; non dubito inquam quin in eodem præcisè loco appareret objectum, si hæc imago in utrumque oculum radiare posset. Sed versavi hujusmodi telescopia in omnem partem, & efficere non potui, ut eadem imago, quam hic vocabimus intentionalem, in duos oculos incurreret: ad hoc præstandum lente objectivâ maximâ opus esset, rationem attulimus (*propos. 11. hujus.*)

Quod si fieri posset ut duæ lentes dissitæ, quanta est oculorum distantia aut adhuc magis eandem imaginem efformarent, posset etiam fieri, ut penicilli duo ejusdem partis objecti in puncto imaginis concurrentes post talem concursum, rursus ab invicem discederent, unusque oculum dextrum afficeret, & alter sinistrum, & tunc objectum in loco imaginis esse existimaretur. Sed neque hoc fieri posse certum habeo; restat ergo ut duæ imagines à duabus lentibus efformentur; sed omnino similes, qui autem radii ab eodem objecto per lineas rectas quasi parallelas producuntur objectum in eodem loco repræsentant. Fiant igitur duo telescopia omninò similia, quæ conjungantur, ita ut sint sibi invicem parallela, & distent eâdem qua oculi distantia; dico ita posse illa disponi, ut uterque oculus unicum tamen objectum videat. Cum enim imagines similes in utroque oculo exprimantur, incidantque per radios physicè parallelos etiam

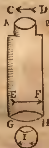
repræsentabunt objectum esse in hujusmodi radiis parallelis, quæcumque autem objecta distantia per radios parallelos videntur unicum apparent objectum, cum unicum & idem objectum per radios physicè parallelos videatur. Expertus sum in telescopio duorum pedum, & certum est distinctios incomparabiliter & majus, ut vicinius objectum apparere, & quod mirum est non duo telescopii gemini foramina videbantur, sed unicum. Est tamen aliqua difficultas, in disponendis tubis, neque enim distantia oculorum inter se omnibus hominibus eadem est, ideoque relinquo artificis industriæ id præstandum, ita tamen ut possint lentes sibi correspondentes, nempè objectivæ objectivis, oculares ocularibus, tantisper aut admoveri aut removeri. Pater Reyta insigne telescopium binoculum circumferebat cujus lentes non tubis aptabantur sed capsulæ alicui, quæ ad modum follium plicabatur, erat autem decem circiter palmorum ejus longitudo, quando nempè supra asserculum explicabatur prout par erat: referunt autem lunam hoc tubo in magnitudinem prodigiosam excrevisse.



PROPOSITIO XXVIII.

Microscopium duabus lentibus convexis constans.

Facilis erit ex superioribus demonstratio hujus microscopii. Sit enim convexa minoris sphæræ portio cujus focus, 6, verbi gratia, linearum, sitque objectum accessibile C D, admoveatur objecto C D lens A B, distet tamen paulò magis, quàm focus ejus; (*per* 60.1.*hujus*) fiet imago E F multò major; & (*per eadem*) quò fuerit minoris sphæræ portio eò imago E F erit major. Ut autem adhuc major fiat, adhibeatur lens alia convexa GH, & oculus I (*per* 16.*hujus*) imago E F, major videbitur, ergo objectum C D adhuc majus videbitur, quod erat demonstrandum.



In quo vides tres adhiberi lentes convexas quarum oculus una est, & tribus convexis objecti imaginem erectam habemus.

COROLLARIUM.

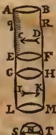
In hoc microscopio objectum CD eversum apparet; quia imago quæ est in oculo erecta est, vel quia oculus spectat media lente G H, quæ situm objecti non immutat, imaginem EF inversum, loco objecti C D.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Engyscopium tribus convexis constans.





In figura (*propositionis* 24.) intelligatur objectum esse CD, quod propiùs admoveatur lenti EF, quam focus ejus, addaturque alia lens G H. (*Per* 16. *hujus*) fiet imago I K, objecti CD, quæ poterit esse major objecto, si lens EF fuerit minoris sphæræ portio: efformabitur ergo imago I K, addatur alia lens L M; ot adhuc ulteriùs augeatur imago I K, & (*per eandem* 16. *& ejus coroll.*) augebitur magis objectum.



PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Aliud engyscopium tribus convexis constans plures simul objecti partes detegens.



Quia microscopia duobus aut etiam tribus convexis constantia, ut plurimum id habent incommodi, quod objectorum paucissimas partes simul exhibeant, possumus exhibere plures simul partes objecti licet non ita distinctè exhibeantur: in magno tamen lumine sufficienter objectum videbitur ad distinguenda animalculi cujusque minutissimas partes quod ita describi potest.

Sit objectum AB, à lente C D paulò magis distans, quam sit focus ejus (*& per* 45.1.*hujus*) imagi

imaginem EF, efformans multò majorem, quam sit idem objectum AB. Adhibeatur alia lens GH,



ferè in ipsa imagine, deinde alia post ipsam, & oculus L, dico imaginem EF, multum augendam, & plures ejus partes videndas. Et hoc jam ostensum est prima parte propositione 22. hujus.

COROLLARIUM.

Afferam hic aliquid ad praxin spectans nempe proportionem microscopii tribus convexis constantis.

Erat autem Domini Demoncoois. Prima lens objectiva CD, cujus focus distabat ab ea uno digito Regio & una circiter linea.

Secunda lens GH, cujus basis distinctionis distabat duobus digitis cum dimidio, hæc autem erat satis magna totumque obtinebat.

Tertia lens IK, cujus focus distabat uno digito & quinque lineis.

Dispositio autem talis erat, objectum AB distabat à prima lente uno digito; & quatuor lineis.

Lens CD, aperta tantum erat foramine cujus diameter unius lineæ cum dimidia.

Lens GH, distabat à lente CD, digitis quindecim;

Lens IK, distabat à lente GH, uno digito, & 9 lineis, oculus distat à lente IK semidigito.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si oculo lens concava adhibeatur, objecta minora apparebunt.

Sit oculus in A, specillum concavum BC, objectum DE, dico objectum DE, minus videri. Sit enim angulus DAE, sub, quo, directo aspectu videri deberet objectum DE, radii EF, DG, restringentur & divergent, ideoque non pervenient in punctum A; ergo sub illis non videbitur objectum DE. Debebit igitur videri objectum DE, per per alios radios qui ut per divergentiam perveniant in punctum A, debent intra radios DA, EA comprehendi; quare angulus OAI, minor, sub quo trans specillum concavum videtur objectum, minor est angulo DAE, sub quo videretur



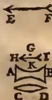
idem objectum directè; ergo & minus apparebit objectum; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Specillum concavum immediate lenti convexæ præpositum, si ejus concavitas minoris est sphæra portio quam convexitas lentis aut etiam æqualis, impedit omnimodam imaginem.

Sit specillum concavum AB præpositum immediatè lenti convexæ CD, sitque concavitates specilli minoris sphæræ portiones, quam convexitates lentis CD, aut etiam æquales, dico nullam posse objecti EF etiam diffici post lentem efformari imaginem.



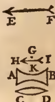
Demonstratio. Sit centrum specilli G, & quia convexitates lentis pertinent ad majores sphæras quam concavitates specilli aut certè ad æquales punctum G, aut erit focus lentis CD, aut certè focus ejusdem lentis magis distabit ab ea quam punctum G: sed (*per* 34. *hujus*) specillum AB ita detorquet radios ac si objectum esset propius quam punctum G, objectum autem propius lenti quam ejus focus nullam imaginem efficit: igitur in casu propositionis nulla efficietur imago.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Specillum concavum, cujus concavitas ad eandem sphæram pertineat ad quam convexitas lentis, si ab ea removeatur, non impediet quominus post lentem exprimatur aliqua objecti imago.

Sit specillum concavum AB, lens CD, sitque punctum IK, focus lentis CD. Ita removeatur specillum concavum AB, ut ejus centrum, aut locus in quo virtualem imaginem objecti effingit fit ultra punctum IK, dico objecti cujuscumque dissiti imaginem exprimendam post lentem CD.



Demonstratio. Specillum AB (*per* 34. 1. *hujus*) ita detorquet radios ac si objectum esset in HI, ideoque objectum dissitum ita radiat in lentem CD, ac si esset in HI; sed objectum remotius à quacumque lente quam sit focus ejus (*per* 60. *primi hujus*) aliquam post lentem, exprimit imaginem distinctam, igitur objectum quodcumque remotum radians trans specillum cavum satis remotum à lente convexa, aliquam sui imaginem exprimit; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex eo sequitur quod si specillum concavum fuerit æqualiter distans, aut magis quam focus ejusdem lentis, non impediet quo minus post lentem CD aliqua exprimatur imago; nam in tali casu objectum radiabit post specillum AB, eodem modo ac si esset circa centrum concavitatis specilli. Sed centrum concavitatis ejus invenitur magis remotum à lente quàm sit focus ejusdem lentis, cum specillum ipsum sit in tali foco; igitur objectum radiabit quasi esset ultra focum lentis CD: igitur (*per* 60. 1. *hujus*) lens CD imaginem aliquam exprimet. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Ex engyscopio telescopium facere.

Habeatur quodcumque engyscopium vel simplex, hoc est unico convexo constans, vel compositum ex duabus lentibus, noteturque in quam distantiam à prima lente objectiva, debet esse objectum, ut distinctè ab oculo videatur, ponamus esse distantiam unius digiti ante hanc lentem objectivam, apponatur specillum concavum, sitque semidiameter concavitatis ejus unius digiti; dico fore ut objectum dissitum videatur distinctè per tale engyscopium.

Demonstratio. Cum enim, post specillum concavum eodem modo radiet objectum, ac si esset prope centrum ejusdem specilli, ita autem appositum est specillum ut centrum concavitatis ejus sit in eodem loco in quo deberet esse objectum, ut per engyscopium clarè, & distinctè videretur, fit ut adhibita lente concava, ante engyscopium objectum distans possit videri distinctè; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Videretur sequi ex eo maximum compendium, nempe ut per lentem cavam ita vicina fierent objecta ut jam inutilia essent telescopia: fateor tamen istud lentis concavæ compendium in hac materia non esse momenti & hoc non sola ratione ductus assero; sed etiam experientia teste id comptobo. Si specillum concavum sisteret, ut ita dicam, virtualiter objectum cum sua magnitudine, circa centrum suæ concavitatis, bene quidem, sed jam ita diminuitur, ut sit perinde adhibere lente valdè convexam. Sit enim specillum concavum, quod objectum dissitum sistat virtualiter prope centrum suæ concavitatis ut ostendimus (*prop.* 34. *primi hujus*) hoc est ita radiet objectum post specillum concavum ac si esset in ejus centro; supponatur pro specillo concavo substitui lentem convexam tantæ convexitatis, quantæ concavitatis est specillum, illa lens imaginem objecti efformabit circa centrum suum quare imago virtualis specilli concavi, & imago vera lentis convexæ sunt æquales. Sicut ergo si præponamus engyscopio quale fit ex duabus lentibus convexis, aliam lentem convexam quæ exprimat imaginem objecti in loco apto respectu engyscopii, illa lens debet jam imaginem illam satis magnam exhibere, alioquin engyscopium poterit quidem illam augere, sed non cum ea distinctione quæ necessaria est: ita etiam quando adhibebitur lens concava engyscopium malignè repræsentabit objectum. Unde puto vix quidquam boni ex præposito specillo concavo haberi posse, præcipuè cum dispergat radios multosque reddat inutiles.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Specillum concavum, lenti convexa præpositum retardat penicillorum concursum.

Specillum concavum sistit virtuale objectum circa centrum suæ concavitatis; ergo statuit illud propiùs, quam erat, sed objecti propioris lenti convexæ imago est remotior à lente (*per* 34. 1. *hujus*) ergo adhibita lente concavâ, si non impeditur concursus radiorum saltem retardatur.

PROPOSITIO XXXVI.

Myopes objecta diffusa specillo concavo distinguere possunt qua minora apparebunt.

Defectus myopum ut diximus in opticis, in eo consistit quod retina sit nimis remota à crystallino, ideoque priùs concurrant penicilli, quàm ad retinam appellant, sed (*per 34. 1. hujus*) specillum concavum objectum virtualiter sistit in centro suæ cavitatis, ergo si centrum cavitatis alicujus specilli ponatur in ea distantia è qua oculus myopis distinguit objecta, bene distin-



guet illud objectum. Sit oculus myopis A, qui objectum diffitum DE videre non possit, possit tamen videre distinctè illud objectum quod esset in KL, nam cum objecta vicina tardius uniant radios, poterit fieri ut objectum in KL positum distinctè videatur. Sit specillum utrinque cavum quod ita disponatur ut ejus centrum sit circa punctum K; hoc autem fieri poterit modo ejus semidiameter minor sit distantia AK, si enim major esset collocari non posset inter oculum A, & punctum K (*per 34. primi hujus*) objectum DE sistetur virtualiter in KL hoc est ita radiabit post specillum BC ac si esset in KL sed si esset in KL distinctè videretur (*ex suppositione*) ergo dum radiat per specillum B C distinctè videbitur, quod erat primum.

Addo quod videbitur esse minus, nam angulus KAL minor est ut patet angulo DAE, sed angulus K A L, est ille sub quo videtur objectum per specillum concavum BC, angulus autem DAE est ille sub quo videretur directè; ergo dum directè sine ullo specillo spectatur objectum DE videtur sub majori angulo & consequenter majus; quod secundò demonstrandum erat.

COROLLARIUM I.

Myops exigit specillum utrinque cavum, illius concavitatis ad cujus semidiametri distantiam sine specillo videt distinctè objecta.

COROLLARIUM II.

Sequitur ex eo, quod si aliquis objectum distinctum videat sine specillo concavo; adhibito tali specillo concavo, objectum idem in eadem distantia existens obscurè videbit: cum enim adhibito specillo concavo virtualiter accedat objectum, objectum autem quod videbatur clarè, hoc est quod imaginem suam exprimebat in retina, si accedat ad crystallinum tardius penicillos uniet; ergo nisi retina recedat, excipiet penicillos non unitos; ergo obscurè videbit.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Si duobus specillis inæqualibus objectum idem distinctè videatur majus videbitur per specillum quod erit majoris sphæra segmentum.

Sit oculus myopis distinctè videns objectum diffitum BC specillo concavo DE, quod sit mi-



noris sphæræ portio, tum specillo FG; dico objectum BC majus videndum specillo FG, quam specillo DE, ducantur enim BO, CO, BI, CI.

Demonstratio. Sit HK distantia ad quam oculus H distinctè videt objectum sine specillo, debebit centrum concavitatis utriusque specilli esse circa HK. Sit ergo DE specillum cujus centrum erit circa HK. Sit & aliud FG cujus centrum erit etiam circa HK, alioquin oculus A non videret distinctè per illud, contra suppositionem; quare F G erit majoris sphæræ portio, cum semidiameter concavitatis ejus sit major. Magnitudo autem objecti B C visi per specillum DE est HK (*per 54. 1. hujus*) magnitudo ejusdem objecti spectati per specillum FG est L M; sed LM est major, quam H K, igitur objectum visum per FG quod ostendimus esse majoris sphæræ segmentum majus videtur; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM I.

Specillum quod tangit oculum, & exhibet objectum distinctum, est maximum quo uti possit oculus myopis. Si enim majus esset, hoc est majoris sphæræ portio, collocari non posset inter oculum A & punctum H, in quo objecta distinctè videntur.

COROLLARIUM II.

Dato oculo myopis determinare concavitatem specilli quo uti debet ad videnda distinctè objecta diffita. Sumatur distantia characterum ab oculo dum legit, hæc distantia est semidiameter concavitatis specilli quo uti debet, si sit utrinque æqualiter

æqualiter concavum. Si verò esset plano concavum, hæc distantia esset diameter concavitatis.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Quò magis idem specillum ab oculo removebitur, eò minus apparebit objectum.

Sit oculus A idem objectum BC, respiciens per specillum FG, quod deinde transferatur in ED.



Dico dum specillum erit in ED, objectum BC appariturum sub minori angulo, & consequenter minus, præcipuè respectu objecti d'ffiti. Locus enim in quem per specillum DE transfertur objectum, sit HK, & locus in quem transfertur à specillo FG sit NP, tantumdem distabit in utroque casu. Suppono enim objectum multùm distare, ita ut illa remotio specilli ab oculo non sit notabilis, respectu distantiæ objecti; quare I H, ON æquales erunt. Ducantur lineæ BI, CI; item BO, CO.

Demonstratio. Ita se habet (*per* 4. 6.) BI ad HI; sicut BC ad HK, pariter ita se habet BO ad NO, sicut BC ad NP, est autem physicè eadem ratio BO ad NO, quæ BI ad HI; cùm supponamus illam aproximationem non esse notabilem respectu distantiæ objecti, igitur HK, NP sunt proximè æquales. Sed æqualis quantitas spectata à majori distantia minor est, ut ostenditur in Optica; igitur HK apparet minor; quod erat ostendendum. Adde quod in retina objecti ejusdem remotioris imago fit minor, ut in lente accidit.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

De loco apparenti objecti per specillum concavum.

Recurrit difficultas maxima, quæ semper est intricata, tam in reflexione, quam in refractione; eò quòd non careat sua difficultate in radio directo. Quæritur ergo in quonam loco debeat apparere objectum spectatum per specillum concavum. Certum quidem quod si sola irradiationis habeatur ratio, cum eodem modo radiet in oculum, ac si versaretur circa centrum concavitatis specilli: unde si daretur specillum aliquod satis magnum hoc est quod esset magna portio suæ sphæræ, ita ut eodem specillo uterque oculus uteretur, videretur objectum in eo loco, cum radiet eodem modo, ac si in tali loco versaretur. Quia tamen ad determinandum locum recurrimus ad alia subsidia, nempe ad interjectionem corporum ad magnitudinem notam; quia videmus eadem corpora interjici, & objectum minus apparet; ideò judicamus illud etiam aliquando magis à nubis distare. Non dubito autem quin si nullum ex interjectis corporibus videremus, nec attenderemus ad magnitudinem notam, judicaremus objectum non multum distare quod tamen remotissimum est. Unde expertus sum sæpissimè dum nullum interjectum corpus videtur, ut de nocte, dum respicitur fax dissita, me judicasse illam esse maximè propinquam per specillum cavum, & multò propiorem quam dum nudo spectatur oculo.

PROPOSITIO XL.

Specillum concavum post lentem convexam positum aliquando imaginem majorem, & ad majorem distantiam exprimit.

Sit objectum AB, radians per lentem convexam CD, & (*per* 60. *primi hujus*) exprimens



imaginem EF. Constituatur specillum concavum GH, ita ut E F sit illi aliquantò propior quàm centrum concavitatis ejus; dico aliquam ejusdem objecti AB imaginem distinctam efformandam, ad majorem distantiam, & consequenter majorem, seu quod idem est, asseto concursum penicillorum retardandum esse.

Demonstratio. Si objectum esset KL magis remotum quam centrum, post lentem GH, ita radiaret ac si existens in EF radiaret directè, (*per* 54. 1. *hujus*) sed si esset in E F, radiaret directè per radios EC, ED, FC, FD, qui radii post lentem CD, haberent imaginem AB, & (*per* 4. *hujus*) radii vicissim eadem relegunt vestigia: ergo si AB fiat objectum KL, fiet imago; quod erat demonstrandum.

PROPO

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Specillum concavum, post lentem convexam aliquando penicillorum radios parallelos remittit, aliquando divergentes.

Vide figuram praecedentem.

Ponatur enim specillum concavum GH, ita ut imaginis EF, à sola lente convexa CD exprimendæ locus sit præcisè in centro concavitatis specilli. Supponantúrque radii KE, KG inter se paralleli, sicut LF, LH, illi post specillum concavum GH divergent à punctis E, & F respectivè. Sed si puncta E & F directè radiarent, efformarent imaginem AB, cum AB efformet imaginem EF: Igitur (*per 4.1.hujus*) si fiat permutatio, & objectum supponatur esse AB, penicillorum radii erunt paralleli.

Pariter quia radii convergentes, & incidentes in specillum concavum divergunt ab aliquo puncto posito ultra centrum concavitatis ejus, post refractionem factam, si supponatur EF, locus imaginis exprimendæ per solam lentem convexam CD, esse ultra centrum concavitatis specilli, & radii KG, KE; item LP, LH supponantur convergentes, poterunt ita convergere, ut post specillum GH, divergant à punctis E & F, & consequenter concurrant in punctis A & B, & facta permutatione, ita ut AB. fiat objectum (*per 4. 1. hujus*) radii penicillorum separabuntur ab invicem.

COROLLARIUM I.

Specillum concavum immediatè lenti convexæ applicatum, si sit ejusdem sphæræ portio, radios remittit parallelos, eos nempè qui paralleli incidunt in lentem, tunc enim si lens convexa sola esset, radios parallelos uniret in centro suæ convexitatis; sed ex suppositione idem est centrum concavitatis specilli, radii autem paralleli incidentes in specillum divergunt quasi à centro, & consequenter qui ex alia parte convergunt quasi ad centrum, remittentur paralleli. Si verò specillum concavum ejusdem sphæræ portio, cujus lens convexa est segmentum, removeatur à lente convexa, potest habere imaginem. Nam tunc locus imaginis per solam lentem convexam exprimendæ erit viciniot specillo, quam centrum ejus, idcóque radii poterunt remitti convergentes.

COROLLARIUM II.

Si specillum concavum fuerit majoris sphæræ portio, quam lens convexa, támque rangat, poterit dari aliqua imago, quia in tali casu, locus imaginis à sola lente convexa exprimendæ, est propior specillo quam ejus centrum: ergo (*per 40. hujus*) adhuc radii penicillorum convergentes erunt, multò magis si removeatur, & quò plus removebitur eò citius radii unientur, & imago erit minor.

COROLLARIUM III.

SI specillum concavum sit minoris sphæræ portio, quàm lens convexa, illique propiùs admoveatur, nulla fiet imago; sed radii penicillorum divergentes erunt. Cum enim imago per solam lentem convexam exprimenda, longius distet à specillo concavo quam centrum ejus (*per 41.*) radii penicillorum paralleli, aut divergentes evadent.

COROLLARIUM IV.

Si alia lens convexa adhibeatur post specillum concavum in casu in quo radii convergunt aut sunt paralleli, adhuc imago efformabitur, quia lens convexa radios parallelos unit (*per 60. 1. hujus*) & convergentes etiam. Si verò radii olrim divergant, quasi à puncto viciniore lenti superadditæ, quam ejus focus, nulla amplius efformabitur imago: quia (*per 60 primi hujus*) lens convexa radios ab ejus foco procedentes remittit parallelos, qui verò à puncto propiore procedunt relinquit divergentes.

PROPOSITIO XLII.

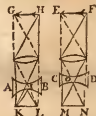
Problema.

Telescopium Hollandicum, seu Galilaeanum lente convexa, & specillo concavo constans.

Hæc Telescopii species prima inventa fuit, casu ut putatur ab aliquo artifice Hollando, qui unâ manu lentem convexam tenens ab oculo remotam, alterâ verò specillum concavum oculo admovens, animadvertit objectorum magnitudinem apparentem mirum in modum augeri: ex quo sumpsit occasionem lentes hujusmodi aptandi tubis, ut facilius in certa, & determinata distantia continerentur. Hujus autem celeberrimi inventi fama, totam Europam pervagata est; Galilæus autem Florentinus, nobilis mathematicus, cum tantum in genere aliquid de hujusmodi invento inaudiisset, tot lentes elaboravit, tot ratiocinationes adhibuit, ut tandem id quod confusè tantum didicerat, rursus invenerit. Ex quo hujusmodi Telescopia, quæ priùs Hollandica dicebantur in Italia, & ferè in tota Europa Galilæana nuncupantur. Constant autem specillo concavo, & lente convexâ. & hæc contendo demonstrata esse superiùs, modò applicetur demonstratio hoc ratiocinio.

Nulli inveniuntur oculi qui objecta in certa, & determinata distantia non videant distinctè; nonnulli in majori, alii verò in minori; ita myopes communiter vident distinctissimè, quæ semipede distant ab oculo, alii quæ uno circiter pede dissita sunt, presbytæ verò quæ pluribus. Singulæ autem partes objecti vicini radios in oculum emittunt divergentes; ex quo sequitur pro myopibus penicillorum radios requiri magis divergentes, ut vi crystallini in retina præcisè concurrant; aliis verò minùs divergentes, presbytis autem ferè parallelos. Quare si post lentem convexam, paulò ante concursum penicillorum, adhibeatur specillum concavum minoris sphæræ segmentum; ita ut paulò magis distet ab imagine, seu à basi distinctionis lentis convexæ, quam sit semidiameter concavitatis ejus (*per 41. 1. hujus*) radii penicillorum fient divergentes, ergo uniti poterunt ab oculo myopis, fient enim magis, aut minus divergentes, prout magis removebitur specillum concavum, à basi distinctionis, seu quò magis admovebitur lenti convexæ, eruntque

paralleli si præcisè specillum concavum distet à basi distinctionis semidiametro suæ concavitatis: debet autem necessariò specillum concavum esse minoris sphæræ portio quàm lens convexa, alioquin non satis distare poterit à basi distinctionis lentis; deberet enim ipsam lentem tangere. Ergo jam unum habemus, posse ita removeri, aut admoveri specillum concavum, ut oculus quilibet distinctè videat objecta, restat ut imaginem augeamus. Hæc enim duo requiruntur ad perfectionem telescopii, nempè primò ut objecta distinctè videantur, quod fit per præcisam unionem penicillorum in retina. Secundò ut imago fit magna in oculo: contendo autem multò esse majorem in oculo imaginem quam esset si nudis oculis spectaretur, modò utamur specillo valdè concavo, hoc est minoris sphæræ segmento. Nam quò specillum concavum erit minoris sphæræ portio, eo majora repræsentabuntur objecta; potest ergo tam parvæ sphæræ adhiberi specillum, ut tandem imago major sit, quàm si nudis oculis idem objectum spectaretur, specillum enim magis concavum magis recedit à linea recta, & radios magis obliquè excipit, ideóque eos magis dispergit. Sed adhuc hoc alia ratione ostendo. Sint duo specilla concava, AB ad minorem, C D, ad majorem sphæram pertinens,



sintque objecta duo æqualia EF, GH, quæ per æquales lentes convexas solas, imagines æquales KL, MN haberent. debebit minus specillum concavum nempe AB, magis admoveri imagini KL, quàm CD, ad hoc ut radios aut remittat similiter parallelos, aut similiter divergentes, aut convergentes. Nempe ut remittat parallelos, debebunt tam AB, quam CD, distare à basibus distinctionis KL, MN, diametro suæ cavitatis (*per 54. primi hujus*) igitur CD debet magis distare, quàm AB. Ducantur lineæ OM, ON, item IK, IL, angulus KIL major erit, quàm angulus MON, atque adeò si oculus excipiat utrósque; major fiet imago à specillo AB, quàm à specillo CD, quod erat ostendendum.

COROLLARIUM I.

Pauciores partes objecti videbuntur si adhibeamus specillum magis concavum, cum enim penicilli magis separentur ab invicem in AB, quam in CD, pauciores penicilli in pupillam incident, & consequenter pauciores objecti partes videbuntur.

COROLLARIUM II.

Specillum magis concavum, licèt augeat objectum; cæteris paribus, ita tamen penicillorum radios distrahit, ut paucissimi retinam ingrediantur atque adeo debiliùs, & obscuriùs objectum exhibet.

COROLLARIUM III.

Lens convexa majoris sphæræ portio, cum eadem lente concavâ, majus objectum repræsentat, cum enim majorem imaginem exprimeret post specillum concavum, majorem etiam specillum concavum imaginem exhibebit: quia tamen magna imago jam radios habet magis distractos, ideò fieri potest ut oriatur obscuritas. Unde debet esse aliqua proportio inter lentem, & specillum concavum, alioquin aut non satis augebitur objectum, aut non satis clarum apparebit; quæ tamen vitia multum detrahunt de vi Telescopiorum.

COROLLARIUM IV.

Quò lens convexa fuerit majoris sphæræ portio, eò pauciores objecti partes simul videbuntur. Cum enim imago quam exprimit sit major, magis etiam penicilli extremi ab invicem recedent, atque adeo pauciores in pupillam incident.

COROLLARIUM V.

Ex eo colliges myopibus tubum Hollandicum notabiliter breviorem, utilem esse. Cum enim myopes objecta vicina meliùs videant, necessarium est ut penicillorum radios, magis divergentes excipiant: sed (*per 41. hujus*) ut radii penicillorum qui priùs convergebant, fiant divergentes, debet locus imaginis, quæ efformaretur à sola lente convexâ, esse ultra centrum concavitatis specilli concavo-concavi; ut vero fiant paralleli, imago debet esse in centro; igitur debet magis admoveri specillum concavum lenti convexæ, ut radii penicillorum, fiant divergentes, quam ut fiant paralleli, quod necessarium est, ut myopes distinctè videant. Possunt tamen myopes immutata telescopii dispositione, uti eodem tubo, adhibita scilicèt lente concava.

COROLLARIUM VI.

Sequitur tubum longiorem esse debere, ut habeatur imago in charta, quia tunc radii debent esse convergentes.

PROPOSITIO XLIII.

Quò magis aperietur lens convexa, eò cum majori lumine videbuntur objecta, confusius tamen.

Ratio hujus assertionis clara est, quò enim magis detecta erit lens convexa, eò plures excipiet radios, singulique penicilli plures continebunt; sed quò pluribus radiis objecti imago depingitur, eò fortior est, & vegetior, objectúmque exhibet quasi majori lumine perfusum. Periculum tamen est confusionis, quia radii magis remoti ab axe minus exactè cum aliis concurrunt in eadem axis parte, sed hoc generat confusionem: igitur si nimium detegatur lens convexa, fiet confusio.

COROLLARIUM.

Lentes melius elaboratæ possunt, & magis detegi, & acutius patiuntur specillum concavum, hoc

hoc est quod sit minoris sphæræ segmentum, quoties enim accidit ut non servetur figura circularis, adhuc minus exactè radii uniuntur; ergo erit major confusio. Quæ ut vitetur debent pauciores radii adhiberi, nisi fortè per accidens à circulari figura in hyperbolicam degeneraret, quod est valdè difficile. Propter quam rationem cum perfectiores magis detegantur, pluresque colligant radios, etiam si adhibeatur specillum magis concavum, & hoc averrat aliquos radios, nihilominus poterunt esse sufficientes ad objectum clarè videndum.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Quantum detegi debeant lentes convexæ pro varia longitudine telescopiorum.

Ne fiat æquivocatio intelligo propriè loquendo longitudinem telescopii, distantiam basis distinctionis à lente convexa. Nam quando tria aut 4 conveaa apponuntur, debet sumi longitudo Telescopii à lente objectiva ad primam imaginem. Duas columnas habet hæc tabula. Prima habet longitudinem Telescopii. Secunda, exhibet diametrum circuli secundum quem detegi debet.

Longitudo telescopii pedes digiti	Diameter aperturæ lentis cōveaæ digiti. lineæ	Longitudo telescopii pedea	Diameter aperturæ lentis cōvexæ digiti. lineæ
0. 4.	0. 4.	12. 0.	2. 0.
0. 6.	0. 5.	16. 0.	2. 4.
0. 9.	0. 6.		
1. 0.	0. 7.	20.	2. 7.
1. 6.	0. 8.	30.	3. 0.
2. 0.	10.	40.	3. 5.
3. 0.	1. 0.	50.	4. 0.
4. 0.	1. 2.	100.	5. 0.
5. 0.	1. 4.	150.	6. 0
6. 0	1. 5.		
8. 0	1. 8.		
10. 0.	1. 10.		

Intelligo autem hanc tabulam de lentibus mediocribus quoad perfectionem. Si enim imperfectæ essent, minus detegi deberent, si perfectissimæ, paulò magis.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Quodnam specillum concavum adhiberi debeat post quamlibet lentem convexam.

Quia ut diximus specillum magis concavum, post lentem quamcúmque convexam majorem in oculo objecti imaginem exprimit, dilutiorem tamen & paucioribus constantem radiis, ideo servanda est aliqua mediocritas; quæritur autem quænam sit proportio servanda. Satis difficile puto demonstrare rationibus Geometricis quænam optima proportio: nam primò certum est, hoc respectivè se habere ad oculum, & habendam esse illius aliquam rationem. Nam communiter, qui oculos habent conveniores ut sunt myopes, etiam in telescopiis specillum magis concavum exigunt. Referam tamen aliquas proportiones bonas ut ex iis quilibet de cæteris judicium ferre possit & ptaxi si lubeat manum admovere.

Lens convexa cujus basis distinctionis distat digitis sex, exigit specillum plano-concavum cujus diameter concavitatis sit unius digiti, & insuper unius lineæ. Videtur tamen concavum non esse satis acutum, ideóque melius succeder si sit concavo-concavum, sitque diameter concavitatis unius digiti cum dimidio, eritque longitudo Telescopii quatuor digitorum cum dimidio.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

In Telescopii Galilæanis pauca simul objecta deteguntur.

In figura propositionis 40. certum est in Telescopiis Galilæanis jam penicillos intersecari in



ipsa lente convexa CD, quæ supponitur esse majoris sphæræ segmentum, & continuò divaricari (intelligo unum penicillum ab alio, immò dum in lentem G H incurrunt, adhuc magis recedunt ab invicem. Unde mirum non est si paucissimi pupillam ingrediantur, & quò lens CD erit majoris sphæræ segmentum longiúsque Telescopium perfecerit; quia major fiet imago EF, & in majori distantia collocari debet oculus, ideo adhuc paucioium partium objecti, radii pupillam ingrediuntur, igitur pauciores partes ejusdem objecti simul videntur. At verò in Telescopio solis convexis constante, non excipiuntur penicilli à prima lente provenientes, sed expectatur donec imago formata fuerit quam imaginem per modum objecti oculus considerat; nec ab ea multum distat, quod si advocet subsidium alicujus lentis convexæ, adhibet lentem minoris sphæræ portionem à qua non multum distat, sed (*per corol.60. s.hujus*) per lentem minorem plures partes objecti detegimus. Adde objectum jam fuisse factum parvum,

parvum, hoc est pro objecto majori, imaginem ejus parvam speculamur: igitur in telescopio convexo-concavo pauciores objecti partes, in convexo-convexo plures simul deteguntur.

COROLLARIUM.

Ex quo concludo vix telescopia convexo-concava unum pedem, aut pedem cum dimidio superare debere, si enim longiora adhibeas, vix erunt utilia, eò quòd cum exiguam tantùm objecti partem simul exhibeant, versanda sunt diu ut destinatum scopum attingas. Quæ verò breviora sunt, licèt non multum augeant, id quod videndum est, nec ad magnam distantiam ferantur, plures tamen ejus partes simul detegunt, & cæteris paribus, clariùs quam convexo-coovexa. Si tamen ex aliqua distantia longiori, velit aliquis simul planitiem integram spectare, ut exercitus alicujus ordinem, aut classis integræ seriem ad convexo-convexa recurrat: quæ licèt longiora sint nec possint propterea tam facilè circumferri, id tamen secum afferunt emolumenti, quod cum sint longiora ad majorem distantiam ferantur, objectáque propterea multò majora exhibeant, & insuper simul plura. Ex alia vero parte in eo deficiunt, quod propter lentium multitudinem & crassitiem nisi materia sit valdè perspicua, objectum etiam non ita clarè repræsentent. Adde quod si lentes oculares nimium detegantur, objectum in media Iride appareat.

PROPOSITIO XLVII.

Si duo objecta non multum dissita, sine telescopio appareant sub eodem angulo, quod minus distabit adhibito telescopio majus apparebit.

Si sint duo objecta quæ nudis oculis spectata videantur sub iisdem angulis, & quæ inæqualiter ab oculo distent: dico quod si utrúmque objectum, per telescopium respiciatur, fore ut illud majus appareat, quod vicinius sit. Cum enim (*per coroll. 5. 1. hujus*) objectum propinquius lenti convexæ, modò ab ea plusquam distantiâ foci distet imaginem habeat majorem, majus etiam videbitur. Nam si sit telescopium convexo-convexum, imago inter primam & secundam lentem fit major, atque adeò hæc imago spectata per secundam lentem major apparebit. Ita ostendimus ex telescopio fieri posse Engyscopium (*prop. 26. hujus.*) Si verò sit convexo concavum, imaginem jam majorem dilatabit idem concavum ad majorem amplitudinem quam parvam.

Dixi in Assertione non multùm dissita. Quia quando radii ab eadem objecti parte procedentes sunt physicè paralleli, quia etiamsi in infinitum removeatur objectum non possunt nisi magis accedere ad parallelos, ideò differentia erit ita parva, ut sit insensibilis; nam certū est quod cum radii penicillorum sensibiliter sunt paralleli, non poterunt fieri sensibiliter magis paralleli & consequenter, neque imago fieri propior lenti, aut decrescere.

COROLLARIUM.

Ex hac propositione deduces longiorem debere esse tubum quo propius est objectum, brevius verò quo longius. Nam (*in prop. 26. hujus*) ostendimus dum ex telescopio fit engyscopium, necessariò tubum fieri longiorem. Quod intelligendum est cum grano salis; nam ex eò quòd objecta remotiora tubum breviorem exigant, si quis putaret se parallaxin posse invenire, haud dubiè compendiosiorem viam iniret; si certa esset. Contendo falsissimam esse si compareantur objecta multum à nobis dissita. Hoc enim anno 1665. in quo duo se cometæ exhibuerunt, vidi aliquos voluisse colligere utrúmque supra Lunam fuisse, eò quòd tubus benè dispositus ad distinguendam Lunam, abbreviandus nonnihil esset ad spectandum Cometem. Primò igitur contendo detortum fuisse præcedens corollarium illique majorem vim datam quam habeat. Nam si spectentur radii qui ab eodem objecti puncto una verbi gratia leuca distantis in lentem convexam incidunt, nemo negare potest eos esse physicè parallelos, ita ut non deficiant à parallelis sexta parte minuti secundi quod est inobservabile. Si ergo radii fierent omnino paralleli, mutarentur sexta tantum parte minuti secundi, quod propinquiorem reddet imaginem, neque una parte centies millesima latitudinis unius pili. Sed dum pro objecto unius Leucæ respicitur Luna, radii adhuc mathematicè non sunt paralleli: igitur non mutabitur imago, aut fiet propior re ulla sensibili, quod si sensibilis non sit, inobservabilem etiam esse necesse est.

Asseverant tamen nonnulli se sæpissimè esse expertos, necessarium fuisse ut Venerem aut Mercurium, vel etiam Solem respicerent, ut nonnihil tubus brevior fieret: sed hoc adhuc non notavi, nec vidi notatum ab iis qui in versandis telescopiis, aliquod sibi nomen fecerunt. Sed etiamsi hoc concederetur, dubitandum tamen relinquitur, an id distantiæ objectorum, an verò diversitati esset tribuendum. Hoc est quia imago objectorum quæ à lente convexa exprimitur, non est usque adeo præcisa, ut unicam sibi à lente distantiam vendicet, sed excurrat aliquantulum, dum objecta ex se satis luminis habent, hoc est sunt satis perspicua. Illam tubi dispositionem judicamus optimam in qua objecti magnitudo apparens magis augetur, quia perspicuitas objecti in ejus apparentiâ refunditur; quando vero objectum non ita perspicuum est, non tam quærimus magnitudinem quam perspicuitatem, alitérque telescopium disponimus.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Telescopium duobus convexis, & uno concavo constans.



Sint primò convexum AB, & concavum CD exhibentia objecti EF imaginem G H, mirum in modum

modum auctam (*per propositionem 40 hujus*) tum ut augeatur adhuc magis, fiat microscopium simplex, hoc est adhibeatur parva lens IK, post quam sit oculus L, (*per 26. & ejus corol.*) adhuc major videbitur imago GH, ergo fieri potest telescopium duobus convexis, & uno concavo constans, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Caveatur tamen ne sit aliqua obscuritas, nam



cum specillum C D, penicillorum radios jam distrahat, & insuper lens I K, idem faciat, nisi servetur aliquod temperamentum, magnum quidem, sed valdè obscurum evadet objectum: unde specillum C D, non debet esse usque adeo concavum. Potest id habere commodi quod tubus non ita longus evadet ac si immediatè lens A B, majoris esset sphæræ, quæ immediatè, & sine ullo specillo C D, imaginem G H expressisset; sed aliud non vitatur incommodum, nempè confusio aut obscuritas. Et in genere dicendum est specilla concava, ita lentibus convexis adhibita, ut lens alia convexa sola idem præstaret, esse magis nociva, propter distractionem radiorum, atque satius esse uti lente convexa quæ sit majoris sphæræ portio, modo exacta haberi possit. Quia hæc magis aperiri, seu detegi potest, quam minor, sine dispendio distinctionis. Quare si lente convexa 4 pedum, idem præstare possum quod lente convexa duorum & specillo concavo, potius adhibeatur lens 4 pedum, quæ poterit magis detegi, & plures radios admittet sine confusione; adde quod ut dixi specillum concavum radios nimis dispergit.

COROLLARIUM II.

Telescopium tamen hoc modo compositum hoc mirabile habet, quod non unicam habet longitudinem, sed variam, nempè admoto specillo concavo ad convexum imago fit vicinior. Unde si admoveas oculare benè videbis objectum, quare infinitæ sunt longitudines hujus telescopii, in quibus objectum distinctè appareat.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Quomodò solares maculæ observandæ Telescopio Galilæano, item solstitia.

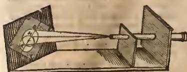
Jam à sexaginta circiter annis observata sunt circa solem maculæ, faces, & alia multa, quæ nudis oculis spectata prorsus evanescunt; quæritur quomodo eædem maculæ Telescopio Hollandico observari possint. Idem dico de Eclypsibus. Primò quidem si oculus patiens esset luminis solaris, præcipuè verò per telescopium admissi, in quo augetur illius vis, facilè propositum exequeremur; nam directo ad solem tubo, eodem modo maculas solares, quo reliqua objecta spectaremus. Debemus igitur debilitare radios solares, quod pluribus modis fieri potest. Primus modus est si lentem objectivam ferè totam operias, addito nempè septo perforato, & foraminis diameter non superet unam lineam. Tunc enim non desinet videri totus Sol, ita ut via pauciores objecti partes percipiantur per hoc foramen, quàm si tota lens pateret. Clarissimum autem est quod quia Sol videtur per paucissimos radios non ita oculo nocivus erit, possunt insuper addi vitra plana diversi coloris, præcipuè verò viridis, quæ adhuc solis activitatem multùm imminuent. Habui præ manibus duo vitra plana, quæ simul conjuncta erant, & colligata crassiori charta, ita ut viderentur unicam lentem componere, videbantur autem interiùs secundùm superficies se tangentes esse illita fumo candelæ, & hoc modo fuisse conjuncta, ne facilè abiret talis fuligo. Tantâ autem difficultate radius solaris ea penetrabat, ut oculus eum facilè pateretur. His modis possumus quocúmque Telescopio maculas solares observare.

Secundus modus nullo modo periculosus ita fiet. Si per telescopium Hollandicum paulò tamen magis productum, quam opus esset ad spectandum Solem more consueto, solares radios trajicias, eósque in chartâ mundâ verbi gratia ad distantiam unius aut alterius pedis eos excipias. Cùm enim dixerimus (*prop.40.hujus*) dari aliquam dispositionem in qua, si lenti convexæ postponatur specillum concavum, imago tamen alia exhibebitur. Ostendimus autem debere imaginem à lente convexa solitariè sumptâ efformandam, propiorem esse specillo quam centrum ejus; ostendimus autem (*prop.41.*) penicillorum radios remitti parallelos; si eadem imago fuerit in centro; & divergentes, si magis ab eo abfuerit, quàm centrum concavitatis ejus. Ideo benè monuimus, producendum nonnihil esse tubum. In quo unum moneo vix bullas aliósque vitrorum defectus videndos, nisi forsitan essent grandiores bullæ in concavo. Si enim accideret ut alicujus partis solaris, penicillum integrum interciperent, appareret hic defectus in imagine solari, est tamen aliquod remedium, si nempè dubites de tali aliquo defectu, volvatur tubus ultimus, ita ut lens circumvolvatur, & in tali casu, si simul volvitur hæc umbra eúmque lentis motum sequitur, soli adscribenda non est, sed lenti, aut specillò.

Ut autem omnia firmiora sint paretur asserculus 4 aut 5 pedes longus, cui insistant, ad angulos rectos, duo alii asserculi, sitque perforatus ita ut Telescopium possit admittere perpendicu-

XXxx lariter.

lariter. Sitque in circulo circulus, aut saltem notetur in eo punctum H, directè respondens



centro foraminis. Ita moveatur in fenestra aliqua cæteroquin clausa, totum instrumentum, donec centrum radii solaris per telescopium transmissi sit punctum H, adducatúrque ultimus tubus donec imago solis fit perfectissima, dico in eo exprimendas omnes maculas solares. In quo notandum est, si velimus aliquem circulum determinare inter specillum & planum EF, ita tenendum esse filum perpendiculare, ut ejus umbra transeat per punctum G, fili illius umbra repræsentabit circulum verticalem qui semper notandos est, ut habeatur singularum macularum situs.

Animadvertendum item est solis imaginem esse inversam sicut cæterorum objectorum imagines, quotiescúmque unica tantum fit decussatio.

Possumus idem præstare ope Telescopii convexo convexi. Primò quidem si duobus tantum convexis constet; quia ut vidimus (*in prop.* 21. *hujus*) imaginem exprimit vi primæ lentis convexæ: antequam ad ocularem perveniatur, removeatur tantisper lens ocularis, ita ut paulò magis distet ab ea imagine, quam sit focus ejus, remittet penicillorum radios convergentes, atque adeo ad quamcúmque distantiam, variatâ tantum longitudine tubi, exhiberi poterit solis imago distincta, & hæc imago eundem habebit situm quem habet Sol. Poterunt item duæ oculares lentes adhiberi, tunc autem prior ocularis magis admovebitur imagini à prima lente objectiva efformatæ, tres autem oculares ne adhibeantur quia sunt inutiles, cætera quæ ad observationem pertinent, non differunt ab iis quæ diximus in Telescopio Hollandico.

Eodem prorsus modo observare poteris solis Eclypsin, immò si circoli ex H descripti, & æqualis disco solari in charta apparenti semidiametrum dividas in sex partes æquales describásque per singulas divisiones, circulos concentricos nullo negotio exhibebis, quot digitorum sit Eclypsis.

Solstitia autem hoc modo, facilè observabis, uno aut altero die, ante solstitium in aliqua fenestra diligenter firmata, ita ut ne tantillolum vacillare, aut loco dimoveri possit, fiat foramen Telescopio admittendo idoneum. Sit ante si fieri potest ad aliquos passus murus albus, in quem radiare possit lumen per tubum transmissum. Si autem murus non est, tabula aliqua plana ita etiam disponatur, ut nullo modo moveri possit: tubus autem insertus foramini ne sit chartaceus, aut ligneus, ne humidirate, & calore luxetur; sed metallicus, denique tot adhibeantur cautiones, ut constet omnia in eodem situ firmiter permansisse. Excipiatur ergo solaris radius telescopiò, donec perfectam in pariete formet imaginem, & in eo situ firmetur, noteturque punctuatim lineæ quas describit utérque limbus solaris imaginis tam superior quam inferior. Si postero die lineæ quas describunt iidem limbi à prioribus deflectant in partem oppositam solstitio non fuerit adhuc solstitium, quod usus, satis ostendet. Totum autem artificium in eo consistit, quod vel minima solis mutatio maximam faciat in imagine mutationem: & ea minuta quæ in seipsis erant inobservabilia aucta per telescopium fiant sensibilia. Eodem enim prorsus modo ac solis magnitudo quæ est unius semigradûs, etiam in quadrante maximo vix est unius digiti; si tamen ejus imago in parietem distantem per telescopium exprimatur superabit aliquos palmos; ita etiam cujuslibet minuti imago in pariete sensibilis erit, poterítque facilè quæcúmque vel minima in sole mutatio animadverti.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Oculare cavum in Telescopio auget objecti apparentiam, extra telescopium minuit.

Nonnullis videtur maxima hæc difficultas, cujus solutio meo quidem judicio, ex vario objecti situ dependet; similes enim quæstiones in hac materia plurimæ occurrerent, si quis eas inquireret. Qualis est hæc, lens convexa, quò erit minoris sphæræ segmentum, eò objectorum distitorum imaginem minorem exprimet. Objecti verò vicini, ad certam distantiam imaginem majorem efficiet, quam lens major. Certum est specillum concavum reddere radios divergentes, nempè si divergentes erant, magis divergentes, si convergentes minus convergentes. Quare dum extra telescopium adhibetur, lens cava, quia radii qui à singulis partibus objecti procedunt sunt divergentes, eos magis divergentes efficit: ergo quasi procedentes, ex puncto viciniore, in eodem axe posito, sed hoc est facere objectum minus: & quò erit specillum magis cavum, eò radios magis divergentes efficiet: ergo ut procedentes virtualiter à puncto viciniore.

At verò in telescopio longè diverso modo excipit radios ab eodem puncto procedentes, excipit enim eos jam convergentes, & dum minus divergentes reddit, retardat eorum concursum, quò autem magis retardatur concursus, eò major evadit imago; sed cavum sphæræ minoris, magis retardat, ergo major evadet imago, quæ omnia ex dictis facilè sequuntur.

Idem dicendum de convexis. Quò lens objectiva fuerit majoris sphæræ portio, eò major evadet imago, quò lens ocularis fuerit majoris sphæræ portio, eò minor fiet secunda imago, quod ex diversa radiorum incidentia oritur.

PROPOSITIO LI.

Oculus post lentem convexam positus intra basim distinctionis, objectum remotum confusè majus, & quò magis ab eadem lente remotus fuerit, eò majus videbit.

Lentes hactenus consideravimus prout objectum cum distinctione exprimentes, nunc verò indifferenter easdem intuebimur hoc est cæteras proprietates, & visionis accidentia ex refractione quomodocúmque orta explicabimus.

Prima

Prima igitur esto hæc, oculus per lentem convexam respiciens objectum, & positus inter basin



distinctionis, & lentem convexam confusum videt objectum. Quamvis enim fieri possit, ut secunda lens, ante basin distinctionis primæ, posita habeat aliquam imaginem, communiter tamen si objectum sit dissitum, non omentur penicilli in retina; omnis enim oculus est dispositus ad videndum distinctè aliquod objectum sine lente. Sed ad hoc requiritur ut uniat in retina radios ab eadem parte objecti prodeuntes qui consequenter sunt divergentes: ergo nullus oculus unire potest perfectè radios quos convergentes excipit: ergo jam hoc primum habemus in tali casu dari confusionem.

Secundò dico eam confusionem majorem esse, quò magis à lente recesserit oculus; neque enim dum oculus vicinus est lenti, singulorum penicillorum radios omnes excipit: nam penicillus est aggregatum radiorum omnium, ad eandem partem objecti pertinentium, cujus figura conica est, basis est ipsa lens Cum ergo oculus est vicinus lenti, excipit tantum aliquos singulorum penicillorum, nempè quanta est ejus pupilla; sed illi non sunt multum inclinati inter se, seu non multum convergentes: ergo vel adhuc unientur in retina, si multum accedat ad crystallinum, vel non longè aberunt ab ea unione. Ita dum oculum admovemus majori lenti, vix dignoscimus esse lentem convexam, quia radii valdè vicini in quolibet penicillo, post lentem, licèt convergant, à parallelis non multum absunt, si basis distinctionis multum distet ab ipsa lente. Si verò recedat oculus quia penicilli fiunt contractiores plures radios ejusdem penicilli excipiet qui consequenter magis ad invicem sunt inclinati, seu magis convergunt: ergo qui longius abetrahunt, citius quam par sit onientur. Erit ergo major confusio. Cum majori tamen lumine videbitur objectum, quia singularum partium plures radios excipiet.

Tertiò dico si oculus statuatur in I, objectum videndum sub minori angulo, quam si esset in O, loco scilicèt remotiore. Nam angulus visorius determinans magnitudinem imaginis in oculo fit in vertice ipsius oculi, aut non longè à vertice, crystallinus enim est quasi lens convexa, in qua ut vidimus (*propositione 53. 1. hujus*) radii non longè à vertice in lentem incurrentes sunt virtualiter irrefracti: hoc est habent radios refractos sibi respondentes parallelos. Ergo dum oculus erit in I, radii I H, IK sicut in oculo principales, cum quibus alii unientur. Si verò idem oculus esset in O radii OA, OB fierent principales. Sed angulus HIK, æquales opposito ad verticem angulo GIF, minor est angulo A O B, opposito ad verticem GOF. ut patet (*per prop. 15. 1. Euclidis*) ergo majus videbitur objectum in O, quam in I.

Quarto si oculus fuerit in E, extremitates objecti C D non videbuntur, sed tantum partes intermediæ. Quæ omnia conformia sunt experientiis.

Quæres quomodo convexæ lentes possint esse utiles oculis, cum reddant radios penicillorum convergentes, & nullus oculus sit dispositus ad videndum distinctè objecta, quorum radios convergentes excipit.

Respondeo nulli oculo esse utilem lentem convexam solam, ad videnda objecta remota. Sed si objectum vicinius sit lenti, quam focus, radii penicillorum poterunt non tantum esse paralleli; sed etiam divergentes, & consequenter apti, ut uniantur in crystallino.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Oculus post specillum concavum positus, objecta minora videt, & quo magis à specillo recesserit, eò minora videbit. Potest tamen aliquod objectum etiam remotum distinctè videri.

Proponatur objectum AB specillum concavum CD, sit oculus in I, à quo intelligantur in specil-



lum C D, propagari radii IC, ID, qui bis refracti divergent, ut vidimus in primo libro. Inter quos medii aliqui divergent, ita ut incidant in objectum AB: & quia per eosdem radios v eissim fit refractio, videbitur objectum A B sub angulo DIC. Clarum autem est angulum AIB, quem non duxi vitandæ confusionis gratiâ majorem esse angulo D I C; ergo objectum videtur sub minori angulo: per refractionem in specillo concavo factam, quam si nudo oculo spectaretur. quod erat primum.

Secundò removeatur oculus in E, ducantúrque lineæ EG, EF, parallelæ lineis IC, ID, ita ut angulus E, æqualis sit angulo I, clarum est portionem specilli G F, majorem esse portione C D, ergo radii E F, E G, magis obliquè in specillum incident, utpote in majori distantia ab axe, ergo majorem refractionem patientur; eúorque

GH, FK, magis divergentes quam AD, BC. ergo objectum majus quàm AB in secunda dispositione, videbitur sub æquali angulo, sub quo in prima videbatur AB; ergo AB sub minori videbitur.

Quod pertinet ad distinctionem, cum radii ab eadem parte objecti procedentes, vi refractionum in lente concava fiant magis divergentes, & objectorum viciniorum radii, magis divergant, sicut divergentes quasi ab objecto viciniori procederent. Sed oculi possunt esse tales ut objecta tantum vicina distinctè videant; ergo specillum concavum, etiam respectu objectorum remotiorum potest esse oculo utile ad distinctionem.

Non erit tamen unquam tanta confusio, quanta in lente convexa. Quia specillum concavum semper radios divergentes reddit, quasi ab aliquo loco vicino procederent.



PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Varia conditiones & habitudines ocularis concavi, & lentis objectiva convexa.

Multa in hac propositione comprehendo, quamvis supra ostenderim specillum concavum posse imaginem, seu basin distinctionis augere, ut verum tamen fatear, dispositio utilis Galilæani telescopii, respectu oculi imaginem quidem efformat in oculo, nullam tamen haberet si oculus auferretur. Est enim ea dispositio, quæ radios penicillorum ita in oculum immittit, ut uniantur in retina, ad quod requiritur ut sint divergentes, & magis divergentes, quam si simpliciter sine refractione, ab objecto procederent, sic enim ita procedunt quasi ab objecto propiori; quæ est ratio cur à telescopio objectum quasi proximum exhibeatur.

Secundò assero necessarium esse ut concavum sit oculo vicinum, & convexum ab oculo remotum, quia nempe per telescopium, volumus objectum quam maximum videre, quo autem specillum cavum est vicinius oculo, eò objectum majus exhibet; è contra verò lens convexa eo majus objectum efficit, quò oculus remotior fuerit; intra tamen basin distinctionis; ergo requiritur ut lens convexa sit remota, & concava sit oculo vicina intra basin distinctionis.

Ex quo sequitur lentem concavam debere esse minoris sphæræ portionem. Si enim esset majoris sphæræ portio, minores haberet vires, ad cogendos radios ad divergentiam, quam lens objectiva ad convergentiam; ergo penicillorum radii manerent convergentes. Sed radii convergentes, antequam in oculum incidant, sunt inepti ad visionem; omnis enim oculus est compositus ad videndum aliquod objectum, & omne objectum emittit radios divergētes. Neque etiam æqualis sphæræ potest esse portio lens concava; quia si immediatè tangeret lentem convexam, cum concavitates, & convexitates æquales essent, hæ duæ lentes se haberent ut vitrum omnino planum, redderentque radios refractos incidentibus parallelos. Si verò lens concava distaret à convexa, radios jam multum convergentes ad parallelismum, non seduceret, multò minus ad divergentiam, quod tamen requiritur ut visio evadat distincta.

Tertiò assero si idem specillum concavum, cum diversis lentibus objectivis convexis conjungatur, fore ut cum lente majoris sphæræ objectum majus exhibeat. Hic considerationem aliquam affero, quam maximi momenti existimo. Lens concava est ferè immediatè oculo: ergo potest considerari, quasi unicam lentem cum crystallino componens. Vel enim concavitas ejus est æqualis cum crystallino, & sic aggregata se habet per modum lentis omnino planæ, vel est minoris concavitatis, quam sit crystallini convexitas, & in tali casu prævalet concavitas, & aggregatum se habet tanquam specillum concavum. Vel est majoris cavitatis, quam sit convexitas crystallini; & in tali casu aggregatum habet vicem lentis convexæ, sed majoris sphæræ, quam sit crystallinus solus neque alius casus excogitari potest. Sed in omnibus his casibus, quo erit lens objectiva majoris sphæræ, erit major imago in retina. In primo casu non alteratur imago lentis convexæ, per additionem lentis concavæ, & crystallini; certum est autem duarum lentium objectivarum, illius imaginem esse majorem, quæ est majoris sphæræ portio; ergo major erit in oculo. Si secundo modo se habeat aggregatum, cum illud aggatum ponatur prope basin distinctionis, in quo loco imago totam suam habet magnitudinem; quæ tamen adhuc sit major quæ jam major est, si augeatur tantundem ac alia, quæ minor est, adhuc major perseverabit. Denique si aggregatum æquivaleat lenti convexæ, certum est quod lens convexa, addita lenti convexæ majori, majorem habebit imaginem, nec ita parvam reddet majorem imaginem ac parvam, ut vidimus supra; ergo eadem lens concava, cum majori lente majus objectum exhibet.

Addo eandem lentem objectivam convexam, conjunctam cum oculari cavo minoris sphæræ, objectum majus exhibere. Pariter enim aggregatum ex cavo & oculo considerabo. Cavum enim minoris sphæræ, si sit æqualis cavitatis, cum convexitate crystallini imaginem eandem relinquet, & aggregatum ex crystallino, & majori concavo æquivalebit convexo: sed lens convexa addita convexæ minuit imaginem; ergo si cavum majus fuerit minor erit imago. Si aggregata æquivaleant cavo, erit aggregatum ea minori cavo, & crystallino magis cavum, quam si additum fuisset cavum majoris sphæræ: sed vidimus (*propos* 48.) magis cavum magis augere imaginem: ergo semper constat propositio. Vel denique aggregata æquivalent lentibus convexis, & in tali casu, crystallinus junctus cavo minoris sphæræ æquivalebit convexo majori, quod non ita minuit imaginem; ergo semper constat assertio, nempe minus cavum eidem objectivo copulatum majus exhibere objectum.

Non tam amplificatur ergo imago cum oculare cavum est majoris sphæræ segmentum, quam cum est minoris sphæræ. Secundò cum in minori cavo, radii fiant plurimum divergentes paucissimi pupillam ingrediuntur, & pauciores quam si majus cavum adhiberetur; quare majus concavum, visionem reddit efficaciorem, & clariorem.

Pariter quo lens objectiva fuerit magis detecta, & potentior, eò efficacior erit visio, quia tunc plures colligit radios, in quibus omnibus moderate procedendum est, quia radii remotiores ab axe non ita exactè uniuntur confusionemque pariunt.

PROPO-

PROPOSITIO LIV.

Problema.

Quantum Telescopium quodcumque diametrum apparentem objecti cujuscumque augeat & de sphara cujuslibet lentis.

A pluribus profertur hæc regula universalis, augeri diametrum apparentem objecti, secundum rationem lentis objectivæ convexæ, ad specillum oculare, hoc est secundum rationem diametri convexitatis lentis objectivæ, ad diametrum concavitatis lentis ocularis concavæ, vel ad diametrum lentis ocularis convexæ; posito tamen quod vel utraque lens sit simplex, vel utraque sit duplex, hoc est lens objectiva sit convexo-convexa, & lens ocularis concavo-concava, vel convexo-convexa, vel utraque sit simplex, nempè convexo, aut concavo plana. Examinatis tamen in rigore geometrico eorum ratiociniis, inveni in omnibus evidentes paralogismos, immò non video in quo fundari possit suspicio, ita rem se habere. Proferunt igitur tanquam certum & indubitatum, quod si comparentur duo telescopia quarum lentes eandem habeant inter se rationem, sit futura apparens objecti diameter æqualis. Hoc enim non video esse verum, immò si simplex ratiocinatio adhibeatur, contrarium haud dubiè suadebit. Certum est enim imaginem lentis convexæ majoris majorem esse, cui si adhibeatur concavum oculare proportionatum, augebitur certo & proportionato incremento apparens objecti imago: pariter minoris imago minor est, cui supponitur lens concava proportionata adhiberi. Ergo incrementum eandem habebit rationem, quare imago resultans ex majori objectivo, cum suo oculari, si eadem proportio observetur ac in parvo telescopio, debet necessariò major esse, si nempè secludatur oculus, & comparentur hæc duo telescopia, in ordine ad aliquam imaginem distinctam in charta habendam ut facimus dum maculas solares intuemur. Si verò jam adhibeatur oculus, quia idem est oculus, nec alius adhibetur in telescopio majore, quam in minore, video quidem non observari in hoc omnino eandem rationem, favet enim identitas oculi minori telescopio. Nam etiamsi sit eadem ratio diametrorum lentium utriusque, in duobus telescopiis, cum conjungitur oculus; fit aggregatum lentis ocularis & oculi longè diversum. Ponamus enim lentem ocularem concavam, esse minoris concavitatis, quam sit convexitatis crystallini, ita ut aggregatum æquivaleat specillo concavo, crystallinus idem corriget utramque lentem concavam, sed non eodem modo, saltem non proportionato, cum idem sit crystallinus. Quod melius adhuc ostenderetur si aggregatum restaret convexum; esset enim in minori telescopio æquivalentia majoris lentis convexæ, quæ addita primæ lenti, objectivæ, scilicèt minus minueret ejus basin distinctionis, quam aggregatum ex lente majori & crystallino, quod æquivaleret convexæ lenti minoris diametri, à qua scilicet minus detractum esset de convexitate, per additionem specilli concavi minus acuti.

Quare cum videam in determinanda hac apparentia objecti, secundum rationem diametrorum sphæricitatis lentis objectivæ ad ocularem, nullam videam fieri mentionem oculi, qui tamen intervenit; & omnes demonstrationes hactenus allatæ, ita sint fallaces, ut hallucinationem contineant manifestam. In determinando hoc augmento non immorabor, afferamque tantum praxin experiendi in quolibet telescopio quantum augeatur per telescopium diameter visualis objecti.

Assumatur regula lignea cujuscumque longitudinis quæ dividatur in partes quotcumque æquales, colore valdè conspicuo distinctas, hæc regula statuatur in aliqua distantia 100 verbi gratia passuum, ita tamen ut oculo nudo videri possit, tum per telescopium respiciatur hæc regula; & simul altero oculo aperto, sine telescopio videatur, videbitur duplex hæc regula, multoque major per telescopium apparebit, quam sine telescopio: si duplex regulæ apparentia separata apparet, promoveatur sensim telescopium versus apparentiam simplicem, donec extrema apparentiarum concurrant, videbisque quot partibus regulæ divisæ, & per telescopium conspectæ, respondeat apparentia simplex: supponamus apparentiam simplicem tegere hujusmodi partes, dices apparentiam simplicem ad apparentiam telescopio exhibitam se habere ut 5 ad 100, seu 1 ad 20 augetur, ergo per telescopium diameter apparens objecti vigecuplo.

Alij paulò aliter rem expediunt; tubum telescopicum reticulatis cancellis instruunt, ex filis scilicet tenuissimis se ad angulos rectos intersecantibus rete component, & ante lentem ocularem statuunt in ipso tubo, tum objectum præcipuè lucidum telescopio ita comparato intuentur ut lunam, cujus discus apparet reticulatus, seu in quadrata divisus, altero oculo lunam respiciunt, itáque telescopium sensim detorquent, ut apparentia simplex, supra apparentiam telescopio auctam incumbat, notaturque quot partes diametri auferat; quod quidem facillimum est, cum totus discus lunæ appareat divisus in partes æquales, cætera perficies ut in præcedenti praxi.

Si superiùs allata regula valeret, nempè augeri apparentem objecti diametrum secundum proportionem diametri sphæricitatis specilli ocularis, ad diametrum convexitatis lentis objectivæ, sequeretur inquam telescopia majora, in eo tantum brevioribus præstare, quòd majores lentes minus segmentum suæ sphæræ contineant, quàm minores, ideóque radios exactius uniant, ex quo fit, ut patientes fiot acutioris ut vocant ocularis, quod consequenter imaginem magis augeat, sine dispendio perspicuitatis.

Assumptâ tanquam verâ superiori regulâ facilè oblatis duobus telescopiis, determinabimus, utrum objecti apparentiam magis augeat, & in qua proportione id præstet; si nempè utriusque lentis sphæricitatem, aut potiùs focum comparemus: illud enim in quo major erit lentis objectivæ ad ocularem proportio, objectum magis augebit, quod si præstet sine dispendio perspicuitatis, melioris notæ censendum est.

Quomodo autem dignoscatur sphæricitas cujuscumque lentis breviter indico: parum autem interest quoad præsens institutum, utrum convexo-convexæ, an convexo-planæ sint lentes. Quærimus enim in convexis distantiam foci: hæc facilè haberi potest, si enim à pariete lentem removeas donec, objecti distantis imaginem everso situ exhibeat, hæc erit distantia foci ut patet.

si tamen sint majoris sphæræ portiones, quia lumen exterum impedit ne dignoscatur imago, lens in cubiculi foramine statuenda est, tum removenda charta donec in ea objecta minimè confusa appareant. Item habere potes in solis radio per lentem trajecto, vel si lens convexa objectiva sit in tubo, applica lentem concavam proportionatam, eamque remove donec distinctè distinguas objecta. Applica item lentem convexam ita ut per has duas objecta distincta quidem sed eversa intuearis, erit longior tubus & distantia basis distinctionis, inter utramque distantiam posita erit.

Specillum concavum ita examinabis. Obverte concavitatem ejus ad objectum, & recede donec appareat omnimoda confusio t distantia oculi à specillo, erit quarta pars diametri concavitatis vel objecti remoti, & valde conspicui imaginem per reflexionem formatam, in charta distinctam excipe; chartæ distantia à lente, erit quarta pars diametri concavitatis. Denique recede à specillo concavo donec seipsum oculus distinctè videat, erit tunc in centro concavitatis.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Si lens convexa alteri convexa ante radiorum concursum addatur, oculusque statuatur ante basin distinctionis, majus videbitur objectum per utramque lentem, quam per unicam.

Lens AB addatur lenti CD ante basin distinctionis EF, cujus distantia brevior fiet ut vidi-



mus. Sit igitur IO ponaturque oculus in G, hoc est inter concursum radiorum, & lentem, dico majus spectandum objectum per duplicem illam lentem, quam per unam.

Demonstratio. Per unam lentem nempe CD, oculus in G spectaret objectum KL, per angulum LGV, addita verò lente AB spectat idem objectum per radios CG, DG, estque angulus CGD major angulo LGV; ergo vides objectum majus. Ratio est quia lens AB, radios convergentes reddit, erit tamen in dicto casu confusio,& quo oculus magis receder eo orietur major confusio, licet majus videatur objectum.

Hanc propositionem omiseram initio,eò quòd eas solas combinationes prosecutus fueram quæ distinctionem facerent.

Idem proportione quadam de specillis concavis dicendum est: nempe duas lentes concavas objectum minuere, & quo plus oculus ab ipsis recesserit, aut ipsæ ab invicem recesserint, eò magis objectum minuendum.

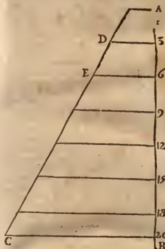
PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Varia telescopiorum species.

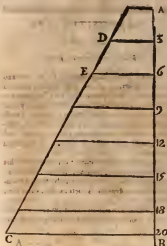
Prima telescopiorum species, fit ex convexo majoris sphæræ portione, & specillo concavo composita, sive prima objectiva sit convexo-convexa sive plano-convexa. Hæc species primò inventa fuit, cæterisque foret præferenda, si multa simul objecta exhiberet, quod non facit, ideoque ubi unum, aut alterum pedem superat, est ferè inutilis, eò quòd sit difficilè in objectum collineare.

Proportio diametrorum sphæricitatum in his telescopiis non est eadem, sed in majoribus, major est ratio diametri lentis objectivæ ad ocularem. Voco autem hic diametrum distantiam foci; ita radius lentis plano convexæ ad radium lentis plano-concavæ, poterit esse ut 48 ad 1, in telescopio 3. pedum erit ut 24 ad 1. intelligendo de dia-



metris. Hoc est si distantia foci lentis objectivæ fuerit pedum 3 diameter lentis plano-concavæ erit unius digiti cum dimidio, & diameter lentis ocularis concavo-concavæ erit digitorum 3 in telescopio, pedum 20, lentis objectivæ focus est pedum 20: diameter lentis ocularis, plano concavæ erit digitorum $2\frac{1}{2}$, & concavo concavæ digitorum 5. Si supponantur hæ proportiones tanquam bases cæterarum similium; hoc est in quibus circumstantiæ similes occurrent, nempe bonitas materiæ, seu perspicuitas æqualis, exactus labor, seu figuræ perfectio, diximus enim lentes objectivas perfectiores, tam in materia, quàm

quàm in figura, patientes eſſe ocularis acutioris.) Dico quod intermedias facilè habebimus. Du-



catur linea recta AB, dividenda in quotlibet partes æquales, & quia habemus teleſcopium 20 pedum dividatur in 20 partes, & numero 20, addatur perpendicularis 20C, continens tantum ſemidiametrum lentis ocularis plano concavæ ipſi reſpondentis digitorum 2 $\frac{1}{2}$. poſui autem tantum ſemidiametrum ut brevior evaderet figura. In puncto 3, fiat perpendicularis 3D, æqualis ſemidiametro lentis ocularis plano concavæ, reſpondentis objectivæ cujus focus trium pedum. Ducatur linea CD, & habebis in figura omnes ſemidiametros cæterorum ocularium pro qualibet longitudine teleſcopii, ut ſi velis ſemidiametrum ocularis, pro teleſcopio ſex pedum, ducatur perpendicularis 6E, hæc erit radius ocularis planoconcavi pro teleſcopio ſex pedum. Si velis ſpecilla concavo concava, intelligo de cavitatibus æqualibus, lineæ perpendicolares in figura expreſſæ, erunt quarta para diametrorum. Si velis teleſcopia etiam minora uno pede, ſubdividatur linea A1, & habebis internum ducendo ſcilicèt perpendicularem.

Notandum autem has proportiones eſſe etiam utiles pro oculari convexo, mutando tantum concavitatem in convexitatem.

Secunda ſpecies teleſcopii conſtabit duabus lentibus convexis objectivis, hoc autem habet peculiare hæc teleſcopii ſpecies, quod ſi removeas ab invicem lentes objectivas; aliam habebis teleſcopii longitudinem. Si lentes objectivæ ſe tangant dimidiatam tantum longitudinem exigent, illius quam unica lens exigeret: ſuppoſita æqualitate convexitatum, juxta ea quæ demonſtravimus. Si ſecunda les objectiva removeatur à prima, ſpecillum oculare, majori diſtantiâ removebitur: & conſequenter diverſæ diſtantiæ lentium objectivarum inter ſe, aliam ocularis diſtantiam determinant.

Tertia ſpecies teleſcopii, erit ex lente objectiva convexa & altera cava; ſed majoris ſphæræ. Si lentes ſe tangant, meniſcum virtualiter exhibent ut patet. Eritque tunc teleſcopium longiſſimum, quod ex his duabus lentibus oriri poteſt Si removeatur lens cava ab objectiva, brevius redderetur teleſcopium, contra quam in ſuperiori accideret, donec breviſſimum ſit, cum duæ lentes cavæ ſe tangent. Quid verò accidat ſi lens cava ante lentem objectivam ponatur? primò ſi tangat, idem eveniet, ac ſi poſt ipſam adderetur. Si verò removeatur, erit detrimentum & imago minor naſcetur. Hoc enim experimur in nobis, quia cryſtallinus eſt lens convexa. Certum autem eſt quod quò oculus à ſpecillo concavo removetur, eò minus objectum apparet, hoc eſt minor in retina imago enaſcitur.

In eo laborandum eſſet, ut vi lentis concavæ, breviora redderentur teleſcopia, ſine diſpendio perſpicuitatis, ut ſi lenti convexæ unius pedis adde etur ad aliquod intervallum lens cava, quæ imaginem augeret. Quam deinde lente convexa ſpecularemur.

Quarta ſpecies teleſcopiorum duabus lentibus convexis conſtat, objectivâ, quæ ſit majoris ſphæræ portio, & oculari, quæ ſit minoris ſphæræ ſegmentum, ſecundùm proportionem ſupra allatam. Statuitur ocularis poſt baſin diſtinctionis primæ; & oculus ab oculari removetur. Hæc teleſcopii ſpecies claritatem ſummam habet, & niſi everſo ſitu objecta exhiberet, nihil poſſet perfectius experi ad obſervationes cœleſtes ſumme utilis eſt, ut dicemus infra.

Quinta ſpecies duo adhibet ocularia convexa, ſed paulò majoris ſphæræ, hoc habet præ ſuperiori, quod multò plura detegit objecta: cavendum tamen, ne ita ſint diſpoſita hæc ocularia, ut ultimum bullas præcedentis nimis augeat, & detegat; hoc enim turpiſſimum cenſetur.

Sexta ſpecies duobus ocularibus, objecta erigit; debent autem eſſe minoris ſphæræ ſegmenta, magnaque inter ocularia diſtantia neceſſaria eſt: fundatur autem in præſuppoſitis principiis: Nempe poſtquam lens objectiva ſuam imaginem efformavit, certum eſt quod ſi lens ocularis convexa ad duplam ſui foci diſtantiam collocetur, aliam habebit imaginem priori æqualem, quam licebit tertia lente conſiderare, & augere.

Septima ſpecies quatuor convexis conſtabit, una lente objectiva & tribus ocularibus. Artificium in eo conſiſtit, ut imaginem à lente objectiva efformatam, duabus lentibus ocularibus erigamus, quaſi per modum microſcopii, cùmque ſecundam imaginem ope alterius ocularis augeamus, ſeu ope ocularis & cryſtallini huic ſecundæ imagini aliam ſimilem, & contrapoſitam in retina efformemus. Hæc ſpecies perfectior eſt & cæteris communior. Magnumque ſimul campum exhibet; ita ut prima ſpecies, quæ diu ſola in uſu erat, ferè viluerit, & pro nihilo habeatur.

Octava ſpecies quinque convexis conſtat, quæ propterea majoris erunt ſphæræ ſegmenta. Tria apponentur ut prima imago, à lente objectiva efformata erigatur; quæ deinde alia lente objectiva acutiori, & oculo augebitur in retina.

Nona ſpecies variis longitudinibus erit accommodata. Nempe ſi tribus ocularibus, eodem modo diſpoſitis, hoc eſt eandem diſtantiam inter ſe ſervantibus duas lentes objectivas præponas, aut objectivam lentem cum ſpecillo cavo. Quæ prout variè ab invicem removeris variam habebis teleſ-

copii

copiiĵ longitudinem atque hæ sunt communes telescopiorum species.

Decima telescopiorum species. Erit telescopium binoculum: constans duobus telescopiis sibi invicem parallelis. Tota difficultas hujus telescopii in eo posita est, ut lentes sint perfectè parallelæ disténtque ab invicem, secundùm distantiam oculorum respicientis, quæ cum in omnibus hominibus, non sit una eademque, magis aut minus ad invicem admoveri lentes necesse est,& sæpe insensibiliter: nisi enim perfectum parallelismum axium consequaris pro objectis remotis duplex videbis objectum, si autem omnia benè procedant, duæ in oculorum retinis formatæ imagines, unicum tantum objectum repræsentabunt,multò tamen melius quàm si uno tantum oculo spectaretur. Quare pro objectis vicinis duo telescopia nonnihil convergere debent. Quomodo autem sensim admoveantur lentes aut objectivæ, aut lentes oculares, hoc relinquo artificum industriæ. Qui volet multa hujusmodi videat R. P. Cherubinum Aurelianensem Capucinum qui in sua Dioptrica oculari satisfaciet abundè.

Potest autem adhiberi duplex telescopium, vel Galilæanum,vel 4 convexis constans. Mallem ego Galilæanum, quia in Galilæano immediatè speculamur objectum, quod unicum est, licet formetur in utroque oculo ejus imago: sicut communiter dum videmus alia objecta duplici imagine idem objectum exhibetur. Si verò duo telescopia ex convexis tantum constantia adhibeamus. Non intuemur objectum, sed ipsam imaginem objecti, quæ in duobus telescopiis eadem non est, ideoque difficilius videtur, ut in unum objectum coalescant.

Optima ratio esset, si unica imago, ab unica lente objectiva formata ab utroque oculo,sua lente oculari instructo spectaretur. Sic enim ita vicinum esset objectum, ut in ipsa imagine esse crederetur. Sed puto rem impossibilem.

PROPOSITIO LVII.

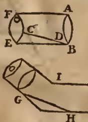
Problema.

Telescopio duobus convexis constante speculum planum addere, ut objecta situm naturalem obtineant.

Diximus supra eam speciem telescopii videri optimam, nisi objecta everso situ exhiberet; hanc objectorum erectionem additis duabus lentibus communiter præstamus: possumus eandem speculo plano perficere. Cum enim speculum planum, ut vidimus in Catoptrica radiorum ordinem, non destruat, sed tantum aliò derivet, detorqueat & situm alternet, quæ inversa erunt eriget. Duplex est, immo etiam triplex, modus adhibendi speculi.

Primus modus erit si post lentem ocularem illud statuas ita ut angulum valdè acutum cum horizonte comprehendat. Ut si lens convexa ocularis sit AB, & foraminis locus cui oculus applicandus esset punctum C apponeretur speculum in CD,angulo maximè acuto,ita ut angulus CBE esset ex aut 15 graduum, spectaretur autem objectum per foramen F. tantisper detortum infrà. Hæc methodus facillima est.

Secundus modus erit si tubum incurvum habeas,& speculum planum sit longius, nempe pertingat ex G in H,totamque tubi altitudinem pervadat, lens autem objectiva sit in G.



In utraque dispositione si ultimus tubus speculum deferens circumvolvatur, ita ut diversum situm assumat speculum, objecta varios etiam situs assument, modò altitudines verticales in horizontales abibunt, aut variè detorquebuntur.

In hujusmodi dispositione quamvis erigantur objecta, dextra tamen apparent sinistra.

Possent & alii modi excogitari, ut si speculum statueretur ante lentem objectivam; sed totus tubus verticaliter erigendus esset. Multa alia in hunc modum excogitari possunt.

Posset item loco lentis convexæ ocularis apponi speculum cavum, vel loco specilli concavi, speculum convexum.

Ut verum tamen fatear nunquam in hac reflexione tantam potui perspicuitatem habere, quantam in telescopio quatuor convexorum habemus, duabus speculi vitrei reflexionibus multum officientibus.

PROPOSITIO LVIII.

Problema.

Microscopiorum varia species.

Prima species microscopii erit quodcúmque telescopium. Si enim objectum videndum sit paulò ultra focum primæ lentis, certum est quod habebit imaginem, sed majorem, & in majori distantia; quare si removeantur lentes oculares eâdem observatâ inter illas distantiâ donec hanc imaginem appositè spectare possint; cum hæc imago sit maxima, illud objectum maximum apparebit. Atque hæc prima sit microscopii species.

Secunda species duas continet lentes sphæricas,unam objectivam minoris sphæræ, aliam paulò majoris. Proportio diametrorum sit ut unius ad 5. aut 4 $\frac{1}{2}$ ad 5. Hujus microscopii artificium in eo consistit, quod objecti vicini imago major evadat per lentem minoris sphæræ, quam majoris; hanc imaginem consideramus eo modo quo, imaginem ex majori lente telescopii efformatam, eamque similiter spectare possumus, vel unica lente convexa, vel lente concava, vel tribus lentibus.

Focus lentis objectivæ poterit esse $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ digiti ad summum, ejus lentis ocularis focus sit unius

unios digiti, vel ad summum unios digiti cum dimidio.

Tertia species eidem lenti objectivæ, addit duo ocularia; sed majoris sphæræ ubi objectum remotevetis paulò magis à lente objectiva, quam sit ejus focus, duo ocularia specilla, convenienti distantis inter se remota, minori tamen, quam sit focus eorum simul sensim admovebis lenti objectivæ, donec objectum perfectè videas. In his autem omnibus observandum est, ne lens objectiva nimis detegatur, colores enim Iridis objecto affundet.

Quarta species eidem lenti objectivæ addit quidem duo ocularia hoc modo lens objectiva $\frac{1}{2}$ aut $\frac{1}{3}$ digiti habeat, pro foci distantia lens ocularis vicinior oculo contineat decem lineas, alia lens intermedia quæ addetur habeat focum ad distantiam duorum digitorum, aut duorum digitorum cum dimidio. Lentes istæ oculares ita distent ab invicem, duplò ferè à foco lentis ocularis, quæ est oculo immediata, hoc est 20 circiter lineis. Ne detegantur defectus lentis intermediæ, duas lentes ita conjunctas sensim admovebis lenti objectivæ, paulò ultra cujus focum collocatum est objectum, donec objectum distinctum videas. Poterit tamen nonnihil removeri, aut admoveri lens oculo vicinior, donec videatur distinctum objectum,& cum maximo augmento. Omitto. Multas alias species, ut si fiat microscopium 4. convexorum cujus scilicet lens objectiva 6 linearum. Prima lens erit linearum 21. tertia 18. quarta 15 linearum.

Omitto simplex microscopium unica lente constans.

PROPOSITIO LIX.

Problema.

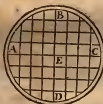
Usus varii telescopiorum.

Telescopiorum usum unum aut alterum attingo. Supponendo quod si in basi distinctionis abscindatur, aut impediatur unus radius, imago objecti tali parti respondens in retina deficiet. Quare si basis distinctionis Solem verbi gratia referat, si filum aliquod ita pervaderet tubum telescopii; ut per centrum imaginis extenderetur, illud idem filum in ipso Sole appareret. Et cum axes omnes se intersecant in vertice lentis objectivæ, præcipuè quando ipsa est majoris sphæræ segmentum, si extenderetur filum per medium tubum telescopii, quoties idem filum videretur incumbere alicui objecto, signum esset evidens tale objectum respondere centro lentis. Quo posito, ita in observationibus Astronomicis usurpatur telescopium. Lateri majoris alicujus quadrantis Astronomici loco pinnularum, affirmimetur tubus cylindricus cupreus, aut ferreus, cui addantur duæ lentes,objectiva, & ocularis in distantia convenienti, ad hoc ut videantur distinctè objecta valdè remota. Perforetur tenuissimo foramine horizontaliter tubus, ut trajiciatur filum sericum, aut pilus è cauda equina detractus, idque fiat per medium quantum fieri poterit, lentes autem ita adhibeantur in suis loculamentis, ut amplius non dimoveantur. Si solares observationes instituis, tegenda erit lens objectiva, ita ut tantillulum tantum pateat, ne scilicèt nimius solis fulgor, & collecti per lentem radii oculo noceant, additur item oculari lenti, vitrum planum coloratum. Sic enim oculus fiet radiorum solis patiens. Usus talis erit dum voles elevationem solis observare, ita collima per telescopium, elevando latus telescopii; & dirigendo ad Solem ut filum videatur attingere limbum superiorem, aut inferiorem solis. Dico quod tunc axis tubi Optici, dirigetur ad limbum superiorem solis.

Eodem modo stellarum elevationem observabis ita ut non jam pinnulis opus sit, sed telescopio.

Hæc quidem Theoricè benè procedunt, mihi tamen facit difficultatem quomodo dignoscere possim, an benè aptatus sit tubus, si enim non incumbat præcisè lateri quadrantis, aut saltem illi parallelus sit, si filum non sit perfectè horizontale, si loculamenta tantisper exorbitent, aut lentes aliquem defectum habeant, hic error in observationem refundetur. Quare omnibus benè firmatis, comparandus esset quadrans hujusmodi cum alio quocúmque instrumento fideli, ut error detegeretur: qui in omnibus observationibus, aut adderetur, aut subtraheretur, prout instrumentum deprehensum esset, peccare excessu; aut defectu. Instrumentum cum quo compatari posset debet esse tantæ magnitudinis, ut minuta prima exhibeat: & quia aliqua tantum experimenta sumenda sunt, posset esse regula valdè longa horizontaliter collocata, si observetur objectum, circa horizontem positum.

Est & alius telescopiorum usus, ad delineandas objectorum etiam procul dissitorum imagines. Ad quem usum instruitur tubus interius circa basin distinctionis, cancellis ex pilo equino, aut filo oloserico compactis. Figura cancellorum



facilis est. Sit enim circulus A B C D æqualis tubo, fiat annulus cupreus qui inseri possit tubo, sitque A B C D. Ducantur duæ diametri se intersecantes ad angulos rectus. In puncto E, dividantur semidiametri in partes æquales, & per singulas divisiones ducantur lineæ diametris parallelæ, fiant in circulo æreo in punctis in quibus hæ lineæ ejus circumferentiam intersecant, exigua foramina, per quæ trajiciantur pili equini, & habebis cancellos aptissimos, quorum usus talis erit, firmetur tubus his cancellis instructus, cum suo fulcro, ita ut non dimoveatur nisi operatione perfectâ. Dirigatur ad objectum, cujus delineationem cupis, respice per telescopium, objectum apparebit divisum in quadrata. Habeatur charta in totidem quadrata divisa majora, aut minora; prout volueris imaginem majorem, aut minorem; transfer in quadrata imaginis ea objecta, quæ in similibus quadratis inveniuntur,

veniuntur, & perfectum erit opus. Ita ſelenographiam perfectam abſolves, ſi diviſo hac praxi Lunari diſco in charta ſimiliter diviſa notes ſingulas maculas in quadratis quibus apparent.

Nonnolli Lunarem radiuos per teleſcopium tranſmittunt, imago quæ in charta excipitur, & tota imago in totidem quadrata diviſa apparet.

Aliam praxin profert Pater Cherubin Aurelianenſis in ſua Dioptrica, deſumptam qoidem ab inſtrumento, à quadragiota circiter annis à Patre Scheinero typis mandato; ſed ingenioſiſſime ad hoc inſtitotum adaptato.

Primò quidem tubum teleſcopii ex una ſaltem parte ſactâ crenâ aperit circa baſin diſtinctionis primæ lentis, communiter enim adhibetur tantum teleſcopium duarum lentium convexarum. Idem præſtare potes è regione ſecundæ baſis diſtinctionis. Firmatur deinde teleſcopium per foramen aſſerculi, etiam optimè firmati & conſequenter immobilis; ita ot crena in tubo aperta plano aſſerculi reſpondeat. Utitur exinde parallelogrammo duplici majori & minori, circa idem angolare punctum otrique commune volubili in puncto B eſt ſtylus valde ſubtilis, & in puncto C graphium. Certum eſt autem ſimilem motum, inæqualem tamen, perfici à duobus punctis C & B; quare ſi manu dextra graphium teneas, & collimando per teleſcopiom, ita graphium moveas, ut indicis B, extremitas ſingolis partibus objecti reſpondeat, perfectam illius objecti imagioem habebis.

Ratio clara eſt. Cum enim, ſimilis motus perficiatur à punctis C & B, major tamen in C quam in B, ſecundùm rationem lineæ AC ad AB, imaginis partes proportionales erunt partibus baſis diſtinctionis, qoas ſucceſſivè percurrere ſupponitur iodex B. Hæc & alia ſimilia videbis apud authorem, quæ praxin tantum requiruot, maximúmque apparatum, ut omnia inconcuſſam firmitatem habeant.

PROPOSITIO, LX.

Theorema.

De linea Uſtoria infinita.

Jam locuti ſumus de linea uſtoria infinita in Catoptrica noſtra, & hallueinationes nonnullorum deteximos, qui eam ut poſſibilem aſſerebant. Hanc etiam lentibos convexis tentarunt noonulli.

Supponantur ergo ſolis radii paralleli incidere in lentem coovexam AB, & uniri in puncto C: uſtio autem non fit tantum in puncto C præciſè; ſed etiam in aliqua diſtantia à foco. Poſſit ergo fieri combuſtio in punctis DE, ibique collocetur alia lens convexa ſphæræ minimæ portio, cujus ſcilicet focus ſit in in puncto C; quare paralleli procedent hi radii, ex C puncto foci in lentem DE incidentes, ut probavimus. Radii autem paralleli nihil amittunt de ſua intenſione, cum imminutio intenſionis oriatur ex radiorum diſtractione, ſeu ſpatii amplificatione: formabitur ergo virga cylindrica, in qua radiis de ſua intenſione nihil decedet; ſed in DE, erant idonei ad concurrendum: ergo in quolibet virgæ cylindricæ puncto comburere poterunt. Hæc eſt ratiocinatio, falſa tamen.

Primò ſi radii in DE vim combuſtivam habent, quomodo lens DE, quæ vitrea eſt fiet incombuſtibilis? huic tamen incommodo obviam ire poſſumus, eſto enim radii in DE non habeant vim comburendi, poterit tamen lens DE tantiſper magis diſtare à puncto C, quàm ſit ejus focus, & in tali caſu radii non erunt paralleli, ſed concurrent in aliquo puncto propius, aut longius, prout magis, aot minus diſtabit lens DE à foco C; quare ſaltem comburent in quacúmque diſtantia propoſita.

Secundò dico totam ratiocinationem niti falſo fundamento. Nempe radios ſolares eſſe omnes parallelos; quare concedo quidem in tali caſu poſſe in poncto F, uniri omnes radios qui ab eadem ſolis parte producuntur, non autem alios. Immò aſſero ſolis imaginem circa punctum F maximam fore, atqoe adeo non habere vim combuſtivam. Nam duæ lentes AB, DE conſtituunt teleſcopium. Unde aberrat iſta ratiocinatio eò quòd exiſtimet in eodem puncto F, concurrere omnes radios ſolares, cum ii tantùm uniantur

qui

qui ad eandem solis partem pertinent, atque adeo tota ruit ratiocinatio.

PROPOSITIO LXI.

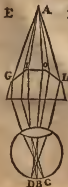
Theorema.

De Polyedris convexis.

Polyedra convexa vocamus, lentes aliquas non omnino sphæricas, sed imitantes corpus aliquod solidum, segmento sphærico inscriptum. Considerare autem hic debemus quas habeant proprietates. Et primò quidem certum est, quod licèt in quamlibet planam superficiem, radii ad eandem objecti partem pertinentes incidant, vi tamen refractionis quam in illa patiuntur non concurrant; sed candem ferè inter se habitudinem conservent, quam haberent; si nullam refractionem paterentur. Sit verbi gratia punctum A objecti satis dissiti, à quo plurimi radii incidant in planam superficiem BC, polyedri DBE, dico licèt radii AB, AC



diversam habeant inclinationem, rad úsque AB, verbi gratia paulò majorem habeat inclinationem, & consequenter paulò majorem patiatur refractionem, hoc tamen facilè posse negligi, ita ut sicut radii AB, AC producti semper magis, ac magis à se invicem recedebant, ita etiam radii BF, CG, ab invicem recedant. Quod verissimum est saltem respectu objectorum dissitorum, cum enim radii AB, AC, tunc sint physicè paralleli, erunt eodem modo inclinati ad superficiem BC, & radii refracti BF, CG. Pariter erunt paralleli physicè, ergo eodem ferè modo quo ad hoc afficietur oculus, ac si punctum A esset in L. Si verò intelligantur ab alia objecti parte H, duci ad eandem superficiem BC, radii HB HC, hi (*per* 8. 1. *hujus*) post refractionem decussabuntur cum radiis AB, AC, atque adeo ita incident in oculum, ac si punctum H esset in M, & directè radiaret. Sed si A esset in L, & directè radiaret; videretur in L, pariter H in M ergo objectum AH videretur in LM. Quia autem superficies CO, DE sunt invicem parallelæ, radii refracti post duplicem refractionem eodem modo se habebunt, ac si nulla fuisset refractio (*per* 5. 1. *hujus*) sed si nulla esset refractio objectum AH videretur in proprio loco: ergo etiam refractione factâ. Ex hoc vides quare objecta multiplicentur per lentem polygonam. Cum enim vi refractionis factæ in qualibet facie lentis polygonæ, ita detorqueantur radii, ac si objectum existeret in alio loco, & diversæ facies diversam etiam inducant refractionem, possunt radii ejusdem partis objecti eo modo incurrere in oculum, ac si objectum esset in diversis locis, ideóque objectum in multiplici loco videbitur. Sit enim objectum A, cujus radii incidant in lentem polygonam GIOL; incidántque radii AI, AO in faciem IO, directè oppositam, formabunt in oculo objecti A imaginem B. Incidant verò alii radii in faciem GI, detorquebuntur ut uniantur cum axe illius lentis. Nam in eo lens polygona convenit cum lente sphærica, quod omnes etiam radii uniantur cum axe, qui tamen incidunt in eandem faciem non concurrant in eodem axis puncto, sed aut maneant paralleli, aut ab invicem paulisper divergant. Nam radii qui in medium præcisè faciei incidunt, cum polygonum supponatur sphæræ inscriptum, aut meliùs circumscriptum eodem modo refringentur, ac si tota lens sphærica esset; cum omnes refractiones in linea curva, referamus ad tangentem, nempè imaginemur in puncto incidentiæ aliquam tangentem. Quare qui in medium faciarum incident, in eodem præcisè puncto axis unientur. Cum autem illi qui in extremitates facierum sint ferè illis paralleli, concurrent in aliis ejusdem axis punctis. Quare si oculus versetur circa punctum concursûs radiorum, afficietur ex diversis partibus, hoc est quasi objectum esset in E, & F. Sed radii qui ita incidunt in oculum, ac si ex diversis objectis procederent, uniri non possunt in eadem parte retinæ, ergo multæ ejusdem objecti imagines in retina exprimentur, quod erat demonstrandum.



Ut autem hoc meliùs concipiatur, certum est radios ab objecto in medium superficierum lentis polygonæ incidentes eodem modo refringi ac in lente convexa; sed si oculus sit prope focum alicujus lentis, radii ab eodem objecto procedentes divergent: ergo in diversas retinæ partes impingent: quare pariter si oculus versetur circa focum lentis polygonæ multiplicata videbit objecta.

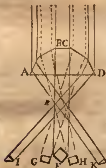
PROPOSITIO XLII.

Problema.

Plures radios solares exhibere.

Hæc est una ex proprietatibus lentis polygonæ, ut plures radios solares & uniat, & dispergat; neque differt polyedra lens, à Sphærica, nisi quod radii ejusdem partis, solaris verbi gratia, uniantur præcisè in uno puncto. At verò in polyedro non uniantur in eodem puncto, sed in una parte, quæ sit æqualis uni faciei polyedri. Sit verbi gratia lens polygona ABCD, quæ si esset sphærica haberet suum focum circa punctum E, & in eam incidant radii paralleli, qui in medium facierum incident, unientur quidem præcisè in puncto foci. Suppono enim polygonum esse ordinatum, & posse inscribi, aut circumscribi sphæræ, reliqui verò in eandem superficiem incidentes illis erunt paralleli; igitur nunquam unientur omnes simul, sed se invicem decussabunt circa punctum E, & post decussationem rursus separabuntur, & si excipiantur plano aliquo parallelo, superficiei AD, exhibebunt figuram suarum facierum. Igitur radium solarem lente polyedra multiplicavimus, quod erat faciendum.

Differentia autem quæ intercedit inter lentem polyedram & sphæricam, in eo posita est, quod lens sphærica radios omnes ab uno objecti puncto venientes præcisè uniat in puncto, quod erit vertex alicujus coni, ideóque si post illam decussatio-



nem radii excipiantur, nulla erit interruptio, sed habebitur circulus aliquis integer luminosus. In lente autem polyedra datur interruptio, & diversa configuratio radiorum, secundum variam facierum configurationem, hoc peritur ex eo quod in sphærica lente, sensim mutetur inclinatio superficiei, in polyedro autem, tota mutetur simul.

COROLLARIUM.

Non tantum radii paralleli hoc modo multiplicabuntur, sed etiam qui ab eâdem objecti parte procedent, modo tale objectum magis distet à lente polyedra quam sit distantia foci ejus. Nam id quod probavimus de lentibus sphæricis, probabitur de radiis præcisè in medium cujuslibet superficiei incidentibus, cum id habeant commune, reliqui autem radii in easdem superficies impingentes, nonnihil ab invicem erunt divergentes. Quare quidquid dictum est de lentibus sphæricis proportione quadam polyedris accommodandum est, sive concavis sive convexis.

PROPOSITIO LXIII.

Specilla Polyedra concava radios multiplicant.

Sit lens concavo plana, vel concavo-concava polyedra tamen BCD. Dico quod si radii paralleli in eam perpendiculariter incidant dispergentur.



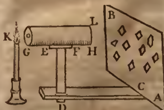
Demonstratio. Primò qui incidunt in superficiem BC, nullam patiuntur refractionem; ideóque irrefracti ulterius propagantur, alii verò qui incidunt in medium aliarum superficierum, cum medium superficierum planarum tangat, sphæricam superficiem, eodem modo propagabuntur, ac in sphærico specillo concavo. Igitur divergent, alii autem in easdem planas superficies incidentes ipsis erunt paralleli, quare adhuc radii multiplicabuntur.

Quia tamen difficillimum est elaborare hujusmodi specilla concava polyedra, ideo in praxi potius fiant convexo-concava, nempè ut secundum exteriorem superficiem sint convexa polyedra, & secundum aliam sint sphærica concava, sed minoris sphæræ.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

Imaginem non continuam ita efformare ut per tubum spectata appareat continua.



Paretur primò tabella AB, cujus limbo inferiori adhæreat ad angulos rectos alius item asserculus CD, & huic insistat firmiter fulcrum DEF, ita altum ut tubus GH, respondeat mediæ tabulæ AB, tubus autem GH, instruatur in extremita-

te LH lente polyedra, alia verò extremitas G, habeat feptum perforatum. Sit autem diftaotia lentis HL tam à tabella AB, quam à fepto G, major quam fit diftantia foci lentis polyedræ. Ita autem conftituatur de nocte flamma candelæ propè foramen fepti G, ut tantum radiet per foramen io tabellam AB. (*per corol.* 61.) radii refriogentur, & multiplicabuntur in tabella; ita tamen ut decuffentur; atq; e adeo qui inferiorem tabellæ partem attingunt, ea fuperiori parte lentis proficifcuntur & viciffim. Radii omnes in tabella notandi funt fecundùm figuram quam habent. Imago autem ita efformetur; depingatur in aliqua charta imago, æqualia lenti conveæ. Tum fecabis fruftula chartæ fecundùm figuram fingulorum radiorum, in tabella notatam. Quæ fruftula imagini adaptabis, tum fingulas partes imaginis refpoodeotes hujufmodi fruftulis, depinges in locis radiorum, & cum radii fint feparati, habebitur imago feparata, hoc eft conftans partibus interruptis: & ut artificium tegatur, ea his omnibus partibus aliquod totum perficies.

Si tubus noo cylindricus foret, fed conieus ita ut bafis K effet ampliffima, & plurium foraminum capax. Poffent par diverfa foramins omnino diverfæ imagioes fpectari.

Quod alii præftant vario motu ipfius tubi, fi enim tantifper, aut derorqueatur aur io orbem moveatur alia atque alia imago videri poterit, primus modus in praxi, eft fecurior.

Idem præftare potes lente concava polyedra ot oftendimus.

PROPOSITIO LXV.

Problema.

Modus multiplicandorum colorum iridis, aut amplificandorum.

Supponitur radius coloratus per prifma triangulare, poffent autem conjungi, plura fimul hujufmodi prifmata triangularia, ut plures radii colorati habeantur. Conjunge fimul plures lentes polyedras, five cavas, five convexas, ot aa iis in orbem difpofitis, fiat magnus circulus tum expone foli prifmata triangularia fimul juncta ut plures intra cubiculum, colorati radii habeantur; hos fi lentibus polyedris excipias, difpergentur hi radii colorati in omnem partem, totumque parietem, laquearia & pavimentum, quafi margaritis diverficoloribus diftingueot, moto autem io orbem lentium polyedrarum circulo, variè movabuntur hi radii.

Secundo fi eofdem coloratos radios, ex prifmatibus triangularibus, erumpentes lentibus convexis, aut concavis excipias, difpergentur in conos hi radii, variofque circulos diverficolores, variè fe interfecantes in objectis corporibus depingent.

Alia multa in hunc modum excogitari poffunt quæ indicaffe fufficiat.

Addo infuper fi in inftrumento propofitionis 61 loco lentis polyedræ apponatur lens concava, aut convexa, facilè ex magna parvam imaginem, ex parva magnam efformabis, & ea inverfa erectam, modo applices, ea quæ fupra demonftravimus.

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

De rerum imaginibus in cubiculo claufo apparentibus.

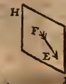
Hic etiam afferendum effet commune, & pervulgatum illud fpectaculum cubiculi claufi uodique, excepto foramine lente convexa inftructo; certum eft enim quod fi in diftantia bafis diftinctionis excipiantur radii per lentem conveaam tranfmiffi videbitur imago perfecta fuis omnibus coloribus expreffa, everfo tamen fito. Hujus phænomeni proprietates omnes jam alias fusè profecutus fum, & ad oculi naturam explicandam fatis fœlici ut puto fucceffu traduxi. Nonnulla tantum mihi reftant ad praxin fpectantia.

Quæritur aotem modus erigendi hujufmodi objecta, quia enim multum de hujufmodi fpectaculi præftantia deteritur quod everfo fitu omnia exhibeat, quæritur modus erigendi hujufmodi objecta.

Primus modus erit dioptricus, & hujus loci proprius. Sumantur duæ leotes prima majoris fphæræ puta duorum aut trium pedum quæ confequenter habebit fuam bafin diftinctionis, illi addatur alia lens minoris fphæræ portio, quæ paulò magis diftet ab ea bafi diftinctiouis quam fit focus ejus, ad quamcumque volueris diftantiam, quantumlibet magnam; habebis imaginem contrapofitam, habebis & confequenter erectam, hæc omnia in fuperioribus demonftrata funt.

Si multa fimul objecta cupias, prima lens ne fit majoris fphæræ portio, fic enim plurium objectorum imaginem alteri lenti exhibebit; & ut facilius ad quamcumque diftantiam imaginem objectorum in oppofito corpore exprimas; pro lente fecunda duas adhibe eo modo quo diximus fupra, fitque harum lentium ultima proximior bafi diftinctionis quam ejus focus; fic enim radii divergentes procedent, quos tertia excipiens, adhuc magis augebit cætera docebit ufus.

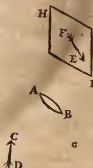
Alter modus erigeodi objecta in hoc phænomeno in fpeciem tantùm ea eriget, re vera tamen non id præftat; fupponitur ergo locus aliquis







quis ſatis altus, & quo objecta, in area inferiori poſita ſpectanda proponuntur ſtatuatur len,





G

onv exa ad horizontem circiter gradibus 45 ſit- que AB, ſupponatur ejus focus eſſe in diſtantsi trium, aut quatuor pedum, extendatur planum quodcumque album lenti ferè parallelum, quamvis poſſit magis ad horizontem accedere; dico objectorum imagines non quidem verè & realiter erectas eſſe, in ordine tamen ad ſpectatoris oculum perinde ſe habere ac ſi erectæ eſſent. Sit enim objectum C D, imago E F, eritque puncti ſuperioris C imago E, & puncti D imago F, ſecundum leges ſupra explicatas: quia tamen planum H I multum ad horizontale planum accedit & oculus ſpectatoris eſt in G, imago puncti E in retina locum inferiorem obtinebit, & puncti F ſuperiorem. Poteſt autem planum H I ferè horizontalem ſitum habere, cum enim lentes non habeant foci diſtantiam in indiviſibili poſitam, etiamſi partes H, ſint paulò viciniores quàm par ſit, & partes I remotiores, ſufficienter tamen in iis rerum imagines exprimentur, etiam cum diſtinctione convenienti. Sunt & alii modi ad catoptricam pertinentes de quibus ſuo loco.

DIGRESSIO MECHANICA.

Methodus elaborandorum ſpecillorum.

QVAMVIS hæc digreſſio edocendis, & informandis potiùs artificibus, quàm ſcientificis demonſtrationibus provehendis accommodata videatur: quia tamen quamplurimi viri docti, & graves, ſuo labore, & artificio hanc partem non indignam judicarunt, eamque non lucro ducti, ſed ſtudio promovendi verſarunt, aliquid etiam de ea dicendum mihi propoſui, & præcipuè quod diuturna me docuit experientia, explicandum. De his multa habet Des Cartes, qui multarum machinarum ſupellectilem profert, ex quibus concluditur facilè, nunquam eum manum operi admoviſſe, ita pleraque peccant contra finem propoſitum. Optimè meo judicio hanc partem pertractavit & ut ita dicam exhauſit R. P. Cherubinus Aurelianenſis Capucinus, ex quo etiam nonnulla mutuatus ſum.

Primò igitur convexarum lentium elaborandarum methodum tradam. Tum ad concava ſpecilla gradum faciam.

PROPOSITIO I.

Qui diſci, & lances elaborandis convexis lentibus requirantur.

MUltas quidem & varias methodos lentes convexas ſphæricè elaborandi invenerunt viri docti; non tamen æqualiter in praxi utiles. Vulgarem hîc explico, cui donec aliquid melius occurrat inſiſtendum puto; teruntur autem in patina, aut lance ſphæricè excavata, lentes convexæ, contrariamque figuram induunt. Ex quibus conſtat, ut ſphæricam perfectam aſſumant, patinis, aut lancibus perfectè ſphæricis opus eſſe. Ad quod neceſſarium eſt, ut ex materia fiant quæ torno elaborari poſſit, & ad perfectam ſphæricitatem revocari. Secundò ex ea materia quæ diuturno uſu, & attritione à rotunditate non excidat. Materia ex qua fiunt hujuſmodi patinæ erit ferrum & cuprum; non rigidum, ſed quantum fieri poterit molle, ut torno elaborari poſſit. Patinæ utræque convenientem habeant craſſitiem, ne dum torno elaborantur elaterii inſtar reſiliant, & figuram deſtruant. Ferreis quidem malleo prima figura inducitur ad quod neceſſarium eſt, ut artifici ſegmentum circuli in materia dura tribuatur, ut in lamina ærea. Cupreæ autem quæ ex cupro puro, ſeu ut vocant flavo, *Leton jaune* conſtare debent, & non ex cupro mixto, *Potin*, fuſiles ſunt. Debet autem primò fieri exemplar, vel ligneum, ut ex pyro, quercu, vel ex ſtanno, & torno elaborari, tum ad fuſorem deferri, & ut omnia melius ſuccedant, ne ulli reſtent pori, Crena fuſoria ubi in lancem efformata fuerit, conſpergatur calcinata lapidearum ſcandularum triturâ *d'ardoiſes calcinées.*

Patinæ & lances ita formatæ torno ad perfectam ſphæricitatem revocari debent. Hic tornum non deſcribo, figuli vaſorum ſtanneorum tornum appoſitum habent, ideóque ſi illis ſegmentum circuli, in materia ſolida tribuatur ſatis appoſite

appositè figuram absolvent, eamque patinis inducent.

Hic modus aliquibus non arridet, ideoque aliam methodum usurpant, nempe tornus axem satis longum habeat acuminatum ex una parte, ut inserto in exiguum foramen acumine facilè circumvolvatur, aliud extremum sit cylindricum, quod in foramen septi alicujus immobilis inferatur, & ne vacillet debet totum septum constringi quantum potest. Huic extremo perforato, seu cavo in helicem inseritur cardo pariter in convexam elicem formatum, cui circulus patinas sustentans connexus est.

Patinis ita firmatis, ut verticaliter disponantur, seligitur punctum remotum pro centro, secundum semidiametrum sphæræ, cujus portio patina debet esse: hoc centrum debet in directum jacere, cum axe torni, & in eo determinando est satis magna difficultas, potest tamen ita inveniri. Erigatur perpendiculum per acumen axis torni transiens, erigatur & alterum per centrum disci, seu orbis elaborandi, collineando per hujusmodi fila invenies planum ut ita dicam verticale, in quo locandum est tale centrum, debet autem esse immobile quantum fieri potest, si enim vel tantillum consentiat retrocedendo, nunquam perfectum discum, hoc est sphæricè excavatum habebis.

Huic centro affigitur regula ferrea scalprum deferens, quod ita disponi debet, ut fulcro impositum, motu circa centrum circulum describat, per centrum paropsidis, seu disci transeuntem.

Eodem artificio orbibus convexitas tribui potest, si nempe centrum quæras immediatè supra axem torni; quæ omnia vix concipi possunt nisi in praxin deducantur.

Non dissimili methodo aliquos orbes planos efficies. Si nempe scalprum imponatur asserculo quod currat secundùm lineam ad axem torni perpendicularem. Moneo adhuc iterum totam difficultatem in eo sitam esse ut nihil vel tantillum, vacillet; sed omnia maneant firma, & inconcussa.

Præter lances, aut paropsides concavas, nullum aliud methodus communis requirit instrumentum, nisi orbiculatas tabellas, quibus affigatur vitrum ut in omnem partem versari possit. Artifices communiter cylindris ligneis utuntur, quorum basis æqualis est vitro elaborando, usus tamen edocuit hujusmodi cylindros ligneos leviores esse, quam par sit, moderata enim gravitas laborem ferè duplo provehit: longitudo item cylindrorum nociva est, cum sustentetur vitrum, identidem; ita ut non quadret cum paropside, & hoc figuram alterat. Ego quidem usus sum orbiculo stanneo, ad modum scruporum quibus luditur; sic enim exactius vitrum cum paropside congruit, & ejus figuram induit. Nonnulli existimant stannum esse ponderosius quam par sit. Hæ cylindricæ tabellæ torno elaborandæ sunt, & inferiori parte marginem circularem habere, cui vitrum incumbat. Concavitas autem pice impletur, ut vitrum cylindro agglutinet.

Pix pura non est, sed pici nigræ, quarta pars additur picis flavæ seu resinæ, huic materiæ liquatæ nonnulli admiscent palmitum cineres, alii Ocram aut Hispanicum ut vocant Album, in minutissimum prius pollinem redactum, & cribro examinatum, admiscetur autem donec consistentiam aliquam hæc materia acquirat.

Teruntur communiter lentes in orbibus, seu paropsidibus, addito tamen polline, ut vocant corrodente, nonnulli smiridin contusam adhibent: censetur tamen nimium efficax. lancesque præcipuè cupreas nimis deterit, immò superficie aliqua incrustat, quæ vitrum sulcis ita exasperat, ut ad polituram nequeant adduci nisi ab ovo incipias: si habeantur paropsides ferreæ, non magni momenti in quibus rudiori manu opus inchoes, in iis smiridin adhibere poteris, præcipuè in lentibus ocularibus, ut citius sphæricitatem induant.

Diu usus fui arenâ communi, qualem Rhodanus secum vehit, item arenâ albâ, quam communiter *Sable d'Estampe* nominant, durior enim est opusque magis provehit; silices alii præferunt: voco autem silicem eum lapidem quem communiter Gallicè nominamus, *Grez* ex quibus componuntur molæ ad acuendos cultros; franguntur nonnunquam hæ molæ, redunturque inutiles. Fragmenta igitur harum molarum contusa accommodatissima sunt ad terendas lentes, & primam iis figuram inducendam, neque verò ubi trita fuerit hæc materia abjicitur, sed conservatur, immo quasi per gradus minutior separatim ponitur, modus autem minutiorem à crassiori separandi communis est & per inclinationem absolvitur.

Politura vitro inducitur lapide samio seu ut vocant Tripolitano, Germanicus aut Veneticus optimus est, & in genere levior graviori præstat. Si optimus est nullâ præparatione indiget, ideoque siccus adhiberi poterit. Poterit tamen spiritui vini vel vino albo admixtus conteri perfectissimè.

Si contusus & vino albo, aut spiritui vini admixtus per tres, aut quatuor menses asservetur fermentabitur, fietque optimus, sive sicco uti volueris, seu etiam madefacto melius adhuc præparabitur si in crucibulum opertum imponatur, & rimæ luto sapientiæ oblinantur, & hæc omnia in furno pistoris per duos dies in prunis ardentibus sepeliantur optimè præparatum habebis Tripolitanum lapidem.

Inducitur politura, stanno calcinato quod communiter nomine Gallico *Potée* dicitur. Hæc tamen vox nonnunquam sumitur pro smiridis minutissimo polline. Lapidarii ut lapidibus figuram tribuant smiridin adhibent, quam diu contritam, & per inclinationem præparatam aliis artificibus vendunt.

Hæc tamen vox *Potée* magis propriè pro stanno calcinato sumitur. Itaque dicitur quod stannai figuli cum continuo suum ferruminatorium in prunis habeant, cui aliquæ stanni guttæ adhærent, quæ in pruna decidunt, & tandem in calcem mutantur. Hæc calx optima quidem est, quia tamen ut à cineribus expurgetur, in aquam præcipitatur, multum hac aspersione de sua vi detersiva remittit. Si tamen de industria stannum in calcem redigatur, vim detersivam majorem habebit. Ponatur ergo libra stanni puri, Anglici melioris notæ intra vas figlinum, quod ignis patiens sit, & operculum luto sapientiæ bene conjungatur, aut terrâ figlinâ, cum hæc siccata fuerit in fornace figuli, simul cum aliis vasibus ponatur, ibique relinquatur donec alia vasa cocta fuerint; invenies stannum calcinatum optimum. Atque hæc sunt quæ requiruntur ad lentes elaborandas.

PROPO

PROPOSITIO II.

Problema.

Quomodo elaboranda lentes objectivæ.

Totum operationis & laboris progressum pro lentibus convexis hac propositione comprehendo.

Primò feligitur materia vitrea, errandum autem pro lentibus præcipuè objectivis,ut sit æqualis ubique crassitiei, quod examinare poteris circino valgo, alioquin detortum habebis verticem; antequam igitur elaborentur, ad æqualitatem crassitiei revocentur.

Secundò vitandæ sunt bullæ nimiæ, arenulæ, vortices, & fila quæ materiam vitream nonnunquam inficiunt: & respectu objectivarum seligatur centrum in ea parte in qua pauciores bullæ deprehendentur, ut ea pars quæ utilis est in telescopio libera sit ab omni nævo. Color item vitri ne sit nimis saturus aut fuscus. Colorem vitri supra chartam facilè internosces. Si fornacem vitriariam adire possis,facilè materiam valde crassam pro majoribus ocularibus eruere poteris, sine periculo vorticum, aut fibrarum. Fiant forcipes longioris manubrii, in quarum extremitate erunt duo fragmenta sphærica, quæ conjungi exactè possint; si enim secundo aut tertio die, quo crucibulum inchoatum fuerit, hanc forcipem in materiam colliquatam immittas, educes lentes oculares formatas, ab omni vortice liberas. Hoc artificio hic Lugduni aliàs usus sum,eum successu optato, ita ut si materia quæ pellucida ad modum crystalli videbatur fuisset diuturna, nihil potuisset haberi melius. Sed hoc vitium habuit quod humiditatem contrahebat, & post aliquos annos hoc sudore omnem polituram amitteret. Quod periculum invenitur in materia nimis perlu. i 'a,& alba. Hic forcipum usus utilissimus potest esse. Cum enim ut habeantur vitreæ tabulæ, opus sit flatu ampullam majorem conflare, quæ deinde dividatur, & in planam superficiem extendatur, ex hoc flatu ut plurimum & vortices, & bullæ enascuntur. Si verò immediatè in ipsamet fornace hac forcipe lentibus prima figura tribuatur cessat omne tale periculum, Pater Reyta aliàs à Duce Etruriæ centum circiter lentes non elaboratas acceperat, quarum vix una inventa est, quæ vorticibus careret.

Lentes objectivæ latiores fiant, ut exactiorem induant figuram. In medio gutta Ceræ Hispanicæ inuratur ut notetur centrum,& circini crus unum firmari possit, aliud crus adamantem præferat, quo tota describatur circumferentia. Tum partes superfluæ quam exactissimè volsella præscindantur, Nonnulli ut præcisior circuitus habeatur, cote limbum atrodunt, melius tamen, & exactius hic limbus perficietur in lance valde cava, ita ut declivitas aliqua totam lentem coronet.Potest hæc declivitas perfici multis modis.Primò si intra lancem minoris sphæræ teratur lens addito silice contuso. Secundò si lanx minoris sphæræ horizontaliter circumvolvatur. Hæc declivitas aliquam polituram etiam habere debet, ne sit scabra, alioquin particulæ semper aliquæ excident, quæ lentis polituram impedient.

Ubi hæc declivitas inducta fuerit satis exquisitè, paropsis mensæ horizontali imponatur, tum silice contuso tota æqualiter operiatur, seu penicillo extendatur, & ut æqualiter sit contusa,adhibeatur lens alia nullius momenti, ad experimenta sumenda deputata, quæ æqualiter totum silicem extendat; tum lentem manu prehensio orbiculo, cui annexa est in orbem supra paropsidem circumvolves quasi per circulos à circumferentia paropsidis ad centrum protensos, non quidem eosdem, sed alios atque alios. Alium etiam motum lenti imprimes circa proprium axem:non erit opus compressione lentis contra paropsidem, gravitas orbiculi cui adhæret vitrum sufficientem compressionem efficiet.

Ubi silex fuerit nimium imminutus, rejiei potest,ut novo asperiori locum faciat; eadem semper cautione adhibita, ut deputata experimentis lente ad æqualitatem aliquam reducatur. Ita novam sub inde siliceam arenam appones, donec tandem figura sphærica ad centrum ferè pertingat.

Duplex est modus figuram hanc lentibus tribuendi, nonnulli enim arenam hanc siccam usurpant. Alii madefaciunt. Ego siccam adhibeo. In fine tamen ut primam polituram tribuam necessariò madefactam usurpandam censeo: saltem sub finem.

Cum igitur lens figuram induerit, adhibendus est siliceus pulvis contusior, dixi enim per inclinationem, haberi posse perfectiorem, quasi per gradus.

Tergatur igitur forma, & lentes, tam quæ elaboratur quam experimentalis, ne prioris pulveris partes adhæreant. Tum pulvisculus contusior extendatur supra paropsidem, & experimentali lante primò nonnihil adhuc conteratur, tum lentem elaborandam impones, & similiter circumvolves. Exinde humefacies moderatè pulvisculum siliceum,quod præstabis identidem,etiam identidem auferendo pulvisculi partem aliquam, præcipuè quæ in circumferentia erit, & retinendo eam tantum copiam quæ necessaria est,ad tribuendam lenti hanc primam polituram. Neque in eo parcendum est labori, aut tempori, si enim hæc prima politura non fuerit perfecta, impossibile erit, ut ultimâ ejus defectus corrigat, ideoque lentes quasi tenui velo obductæ videbuntur. Quare priusquam desistas examen adhibendum erit, nempe lente convexa quasi microscopio defectus, si qui sint deteges. Debet igitur lens antequam eesseturab opere lævorem aliquem induere quem nomine primæ politutæ deinceps nuncupabo.

Plurimi sunt modi quibus ultima politura lentibus objectivis tribuitur, Artifices qui sunt ut plurimum perfectionis incurii. Frustum corii supra planum extendunt, cui deinde stannum calcinatum, nonnihil madefactum imponunt, lentemque quantum possunt affricant.

Quantum peccet hic modus nemo non videt, quamvis enim lentea objectivæ à superficie plana, non multum habeant,& corium nonnihil cedat,& figuræ sphæricæ se accommodet, comprimentur tamen magis partes centro viciniores.

Pater Cherubinus hanc præbet.Circulo ligneo tanto ut paropsidem seu formam intus capere possit, corium molle, & æqualis quantum fieri potest crassitiei extendatur,vel pannos Hollandicus,vel olosericus paulo compactior, vel tela, vel Xylinum Anglicum huic panno, corio,aut telæ bene extensæ,seu formam subjicies,ita ut imponendo lentem, cum ea quadret. Huic panno, aut corio stannum calcinatum bene expurgatum, & moderatè madefactum

factum impones in longum tantum tranſeundo per centrum, ſecundum latitudinem tuæ lentis, & paulò majorem, tum experimentalem lentem adhibebis impellendo in longum, ſeu in lineam rectam, ſi quid durius occurreret audiretur, & auferendum eſſet, antequam lentem elaborandam adhibeas. His omnibus paratis lentem tuam huic panno impone, & in longum impelle, comprimendo quantum potes, & identidem circa proprium axem eam circumvolve: ſi opus ſit ſtannum calcinatum reponere, experimentalis lens primos ictus excipiat alioquin periculum erit, ne ſulcus aliquis bonæ lenti imprimatur. Hic erit primus modus.

2. Modus à P. Reyta uſurpatus ita peragitur: charta munda optima, & melioris notæ formæ agglutinatur, debet autem priùs nonnihil madefieri ut exactius formæ ſe accommodet, gluten autem ſimplex eſſe debet, ex farina ſeu ex triticea polenta; ut hæc charta figuram perfectè induat, cavendum eſt ne aërem intercipiat, idcóque à centro incipe, & ſenſim ad circumferentiam procede, & non tantum ſemel, ſed etiam interea dum exſiccatur identidem palmâ complananda eſt.

Ubi exſiccata fuerit, primò lente aliqua, rejectitia cujus limbus maximam habeat declivitatem tota complanetur: aliqui laminam ferream, pariter in limbo obliquè præciſam adhibent, quâ omnes hujus chartæ inæqualitates complanentur. Exinde obducitur charta, terrâ tripolitanâ præparatâ, eo modo quò diximus ſupra, non quidem tota, ſed in longum, ſecundum latitudinem paulò majorem diametro lentis elaborandæ, & ut melius complanetur eâdem lente rejectitiâ ad æquabilem aliquam craſſitiem revocabitur.

Cautiones nonnullæ neceſſariæ ſunt. Prima antequam lentem quam elaborandam ſuſcipis ei imponas, ut rejectitiam aliquam adhibeas, quæ primos tripolitanæ terræ impetus excipiat & retundat. 2. ne aut tripolitanam terram, aut lentem tuam unquam tangas, quia ei imprimeretur qualitas, quâ vis tripolitanæ terræ impediretur. 3. quoties ceſſandum erit ab opere, operienda erit patina, ne ſordes contrahat, pariter detergendæ manus, excutiendæ manicæ, & ſemper incipiendum erit à rejectitia lente; denique ſi accidat aliquid duri occurrere, cultro pennario & non digito auferetur, denuòque lens rejectitia adhibebitur. Vix poterit tripolitana terrâ polituram perfectam lenti inducere, ſed tantum mediocrem, niſi melioris notæ fuerit hæc terra. Quare ad præcedentem praxin recurrendum erit. In longum ducitur lens elaboranda, identidemque revolvitur ſupra proprium axem. Initio donec imbuta fuerit tripolitanâ terrâ, ſupervacaneum fuerit, vim & preſſionem adhibere, ubi verò eam imbiberit fortiter connitendum erit.

Tertius modus poliendi lentem objectivam, erit ſi patinam habeas ligneam, ex pyro, aut quercu exquiſitè, & ad tornum excavatam, quæ ſi convenientem habeat craſſitiem, & ex materia ſicca fuerit, non flectetur ullo modo. Hæ patinæ ligneæ, vel ſtanno calcinato, optimò & exquiſitè præparato, vel tripolitanâ terrâ obducentur, tum in longum lentem duces, ut in aliis, inchoabis tamen à rejectitia lente.

Si lens fuerit plano-convexa, fidendum non erit polituræ ſpeculari, quæ nempè ſpeculis tribui conſuevit; ideóque ſaltem illi hæc ultima politura, in plano tribuenda erit, quod ſi inæqualitates majores detegantur, ad ſecundam polituram, quæ nempè ſiliceo polline perficitur recurrendum erit; nec fortaſſe omittendus limbus declivis, cætera ſimiliter fient.

PROPOSITIO III.

Problema.

Quomodo elaborandæ lentes oculares convexæ.

Lentes oculares convexæ eodem ferè artificio ad figuram ſphæricam adducuntur, quia tamen minoris ſphæræ lenticulæ lances ita parvas habent, ut in his labor ſit difficilis, & operoſus, ſi manu libera terantur, poteris in lance ferrea horizontaliter volubili laborem inchoare. Tornum non deſcribo, cum vulgaris ſit, & apud lapidarios, ut vocant inveniatur. Conſtat enim majori trochlea, quæ ſub menſa latet, axis autem ejus manubrio inſtructus ſupra menſam extat, quo ad motum incitatur, ab hac majori trochlea, cujus nempè diameter ſit unius ſaltem pedis, funis ut vocant infinitus ad minorem trochleam alteri axi inſertam, & lancem ſuſtentanti protenditur, ita ut majori trochlea unam circumvolutionem peragente, ſecundus axis, & conſequenter lens impoſita, tres aut quatuor circumvolutiones peragat. Neque verò difficile erit pedibus hunc motum perficere, ut nempè utráque manus ſit libera ad applicandam lentem. Poſſet & machina automata adhiberi, qualem in volvendo veru communiter uſurpamus, quæ machina ponderibus ad motum incitaretur.

In patinam horizontaliter volubilem injicitur ſiliceus lapis, vel ſmiris, ſicca, vel nonnihil aſperſa aqua, lens autem ſuo orbiculo agglutinata ex more applicatur patinæ, non quidem in medio, quia in eo loco nullus eſt motus; ſed quantum fieri poteſt in extremitatibus: manu autem alius illi motus circa axem proprium tribuatur, cautio quæ in hoc negotio adhiberi poteſt, erit ut tota lancem tangat. Lana autem in qua hoc modo teritur ſit paulò majoris ſphæræ portio, quam ea in qua perfici & abſolvi debet. Idcóque parum intererit, etiamſi tornus non ſit adeo exactè libratus, aut lanx non ita congruè illi imponatur. Lens ad umbilicum ferè perducta in ea lance, perficitur manu libera in propria lance, nempè primò figuratur, tum obſervatis iiſdem cautionibus quas in lentibus objectivis obſervavimus, ſecundámque polituram in eadem lance aſſumit.

Ultima politura in lance via tribui poteſt, eò quòd cum ſit minoris ſphæræ, portio, motum in ea ſatis expeditum, ſeu ſatis amplum non habeat.

Communis igitur praxis canaliculum oblongum adhibet, cujus concavitas, ejuſdem eſt cum lance diametri, ſupra hunc canaliculum corium in longum extendit, aut pannum, aut telam, aut aliquid hujuſmodi, ita tamen, ut concavitas hujus aggregati, æqualis ſit concavitati lancis, in qua lens ocularis elaborata fuit. Si enim fuerit majoris diametri, umbilicus lentis polietur, & extremitates impolitæ remanebunt.

E contra ſi fuerit minoris diametri, extremitates polientur non item umbilicus.

Hic pannus, corium aut tela, ſtanno calcinato aquâ nonnihil macerato imbuitur, & lens orbiculo ſuo agglutinata, in longum ſupra canaliculum

naliculum ducitur; Ita ut identidem volvatur ut pars quæ prior incedat, sensim ad latera detorqueatur, fiátque postrema. Eædem cautiones adhibeantur, nempe ut quoties, vel stannum calcinatum renovatur, toties in rejectitia lente priùs fiat experimentum, quam elaboranda operi admoveatur.

Potest item hic canaliculus oblongior charta munda tegi, quæ tripolitana terra obducatur, similiterque lens elaboranda in longum ducatur.

Manifestum est ex ipsa laboris perficiendi methodo, alterari figuram, cum enim umbilicus lentis, semper tangat canaliculum, limbi autem pars tantum aliqua eidem incumbat, semper & continuo umbilicus politur, extremitates non item; onde fit ut extremitates, ut plurimum habeant nonnullas inæqualitates: si habeatur alius canaliculus, qui sit paulò minoris diametri, & consequenter in quo limbus potius, quam umbilicus canaliculo incumbat, perficietur limbus, in fine tamen, in canaliculo æquali lens erit reformanda. Hi canaliculi, seu semicylindri circulares in ligno excavati poterunt satis appositè, aliqui vellent in stanno, aut ære, eos excavare.

Quia tamen hæc methodus ut patet, figuram nonnihil adulterat. Potest in eadem lance perfici, si nempe ei motum horizontalem tribuamus, possetque coriacea calantica interius tegi, quæ unico, corio constare poterit. Hoc enim habet corium, ut si madefiat, & hæmisphærio convexo imponatur, ibique constringatur, figuram sphæricam satis exactè induat, ideoque si lanx paulò majoris diametri quam sit ea, in qua lens secundam polituram habuerat, interius vestiatur, poterit fieri illi æqualis. Poterit item vestiri hæmisphærio papyraceo, in quo necessaria est industria ad disponendam chartam, ut cum hæmisphærio quadret, resectis scilicet partibus superfluis. Lanx ergo interius papyro vestita, tripolitana terra inducetur, & interea dum volvetur horizontaliter, vehementiori motu, lanx suo orbiculo affixa, ita lanci applicabitur, ut secundùm se totam eam tangat, non quidem in medio, in quo parvus est motus, sed ita ut limbus lentis, centrum lancis attingat. Identidémque manu circumvolvatur, & alia pars centro incumbat. Hanc praxin nonnunquam adhibui, non inutiliter.

Alii lanci non motum horizontalem tribuunt, sed verticalem, quia nempe sordes in lancem non incidunt, fitque minus periculosus labor. Alii lances non adhibent, sed tantum torno affigunt lignum, quod in modum lancis excavant: si pyrus, aut quercus adhibeatur, poterit in lance lignea sine ullo panno, aut corio tota politura perfici.

His omnibus modis induci potest ultima politura, quæ melius semper manu tribuitur, quam machina, etiam duplici motu volubili, inter quas illæ sunt minus aptæ, in quibus lens non tota simul tangitur, sed quasi per partes perficitur.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Quomodo elaboranda specilla concava.

Specilla concava, vel sunt minoris sphæræ segmenta vel majoris, si minoris difficiliorem continent operationem, præcipuè, si duplicem concavitatem habeant: debent enim duo vertices optimè sibi invicem respondere, vel detorquebuntur radii; nec exquisitè exhibebunt objecta.

Artifices communiter in toto laboris progressu graviter peccant. Habent enim ut plurimum in eodem axe verticaliter disposito, plurimas sphæras inæquales quas identidem, smiridis pollinе madefacto imbuunt, & specillum suo orbiculo affixum ita uni globo manu admovent, ut quantum fieri potest medium, seu centrum specilli, globum tangat, & sensim in orbem manu circumvolvatur. In quo cum manus à nullo contineatur, facile est ut aberret; ex quo fit ut vix unquam perfectè sphæricam figuram, perficiant, & limbus concavitatis vix unquam sit præcisus; quare ut hæc methodus corrigatur.

Primò sit axis globos præferens horizontalis qui ut motum habeat velocissimum troclea minori instruetur, circa quam funis infinitus circumvolvetur, ad majorem trocleam seu rotam pertinens, quæ ad motum etiam pedibus, si libuerit incitabitur ut solent mulierculæ dum rotam ad nendum adhibent.

Globi quibus inchoatur opus plumbei esse possunt; sed tunc smiride contusa, & madefacta ungendum est: quæ in cocleari sub globo continetur, ita autem omnia aptantur ut globus semper in aquam hoc polline saturatam immergatur, atque ita non est opus identidem globum smiride imbuere, ut ferebat communis praxis.

Variis modis specillum globo admovent. Ego aliàs machinam ita institueram. Alium axem in cujus extremitate annexus erat orbiculus specillum præferens perpendiculariter, seu verticaliter, ita disponebam ut centrum specilli, exactè responderet, vertici globi eique perpendiculariter insisteret; hunc axem troclea in superioribus partibus instruebam, cujus diameter 5 aut 6 digitorum, in axe item majoris illius trocleæ seu rotæ, inserebam minorem trocleam: erunt igitur duo funes infiniti. Unus ut globus volveretur in axe horizontali, motu vehementissimo, alter ut specillum globo insistens moveretur motu lento; ad quod perficiendum primus axis à quo scilicet incipit motus duas trocleas habebat majorem, & minorem; majorem ut globos velocissimè agitaret, minorem ut axem specilli tardo motu cieret. Cautiones tamen adhibendæ sunt nonnullæ, præcipuè curandum est ut axis secundus perpendiculariter insistat vertici globi, quod non ita facilè consequeris. Primò igitur tubum habeas duorum digitorum longum, ferreum aut cupreum cui cylindrum ferreum aut ligneum inseres, ferè congruentem, hoc est ita ut capacitatem ejus ferè impleat. In eo tamen circumvolvi possit. Hic cylindrus uno sui extremo habeat cavitatem, quæ pice præparata impleatur, & limbum torno præcisum, cui specillum incubet. Antequam huic cylindro specillum aptetur, primò quidem orbicularem figuram, circumquaque præcisam

præcisam habeat, deinde in lance minoris sphæræ in limbum declivem figuretur, ita ut omnia sint exacta.

Specillum ita figuratum cylindri extremo ita aptatur, ut extra basis ejus circumferentiam nullo modo exorbitet, sed incumbat æqualiter limbo ejus. Cylindrus ita aptatus, tubo inseritur, tubus ita globo imponitur ut eum non tangat; sed ei impendeat perpendiculariter,& in eo totum negotium positum est. Idem cylindrus in superioribus partibus debet contineri, saltem in foramine aliquo, ut circumvolvi possit intra tubum Clarum est quod si omnia beoè procedant, specillum in tali dispositione solo centro globum attinget, omnes enim cautiones suprà adhibitæ ad hunc scopum tendebant.

Eo modo quo primam figuram, seu cavitatem specillo tribuisti primam & ultimam polituram poteris inducere. Sed ut primò poliatur, non erit smiride utendum, sed siliceo polline madefacto, atque adeo globis aut ferreis, aut cupreis.

Ultima politura perficietur globis panno, aut corio coopertis, adhibito stanno calcinato: debebunt autem esse lignei paulò minoris diametri, ut cooperti evadant æquales iis quibus perfecta fuit prima politura. Poterit item hæc ultima politura perfici globo chartâ cooperto, adhibita scilicet terra tripolitana. Poteris aliis modis admovere specillum globo, nempe horizontaliter, sive tubo contineatur, sive non; poteris autem melius judicare an directè tubus in centrum globi tendat. Non erit opus globos integros habere, sufficiet zona paulò major quam sit specillum; potest globi figura tribui ex polo, non ex centro quod latet.

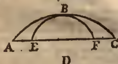
Nonnullis melius succedit negotium, si opus in machina inchoent, & utantur ad id globo minori,quam sit is in quo absolvendum est opus. Sic enim cavitate minore perfectâ. In majori globo ad manum cavitatem augent: in quo habetur illud commodi, quod cum ita teneatur specillum, ut totus cavitatis limbus majorem globum tangat, augetur uniformiter cavitas, & ad umbilicum regulariter perducitur. Atque hic etiam modus usurpandus est quoties specillum majoris sphæræ perficiendum est, ut nempe incipias à minori cavitate, quam sensim & quasi per gradus augeas: sic enim figura producitur exactior. Quare inchoata cavitate in globo minori, si maxima cavitas seu majoris sphæræ perficienda erit, in pluribus globis, eam augebis, tum poteris supra orbes convexos, vel immobiles eam augere, in orbem ducendo specillum, ita tamen ut cavitatis jam factæ limbus semper orbi convexo insistat. Cætera quæ ad polituram pertinent sunt similia, nisi quod nonnunquam ut vitentur incommoda, nonnihil adhuc cavitas in limbo aperienda sit supra majorem orbem, quam sit is cujus figuram induit, ne deterantur fragmenta vitrea, & opus impediant

PROPOSITIO V.

Problema.

Meniscum elaborate.

Est major difficultas, quam prima fronte appareat in elaboranda menisco: nempe ut duo vertices sibi exactè respondeant, quod tamen absolutè necessarium est, ut aliquid boni præstent: ita rem peragerem. Ubi utcumque in orbem præcisa esset, inciperem à concavitate, & in centro quantum fieri posset cavitatem minorem perficerem, sive machina priùs descripta, sive quovis alio modo, & ut melius totum negotium succederet, hoc est ne plus æquo excavaretur: Primò in charta describerem arcum cavitatis, quam menisco tribuendum suscipio. Ponamus esse arcum ABC, cujus vertex B. Sit inchoanda cavitas in globo cujus diameter DB, ex centro D intervallo DB, describo arcum EBF: perficerem cavitatem minori globo donec diameter cavitatis esset EF: sic enim



dum major cavitas perficietur,& attigerit diametrum propositam AC ad umbilicum B pervenerit: Ubi perfecta fuerit cavitas, experior an ejus limbus æqualiter distet à circumferentia vitri: quod si alicubi vicinior est, præscindo de novo totum vitreum ita ut cavitas ab ejus circumferentia æqualiter distet. Tum vero specillum, ita ut concavitas cum orbiculo agglutinetur,& incipio limbum declivem in lance multùm concava perficere, qui limbus congruat cum alio limbo declivi facto ad extremitates concavitatis: perfecto hujusmodi limbo declivi jam partem convexam methodo supra tradita perficio.

Hujusmodi meniscos valdè probo cum enim sit difficilè habere patinas, seu paropsides, majoris sphæræ portiones saltem exactas, menisci hoc habent, ut quæcumque paropsidis concavitas possit cujuscumque longitudinis telescopium producere.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Modus perfectior elaboranda lentis objectivæ.

Quamvis methodus elaborandæ lentis objectivæ supra tradita, communiter ab artificibus usurpetur, nec alia ab artificibus vulgaribus adhibeatur: fatendum tamen est in longioribus telescopiis ut plurimum deficere,sive quia tantæ diametri paropsides exactas perficere, non vulgarem exigit industriam,sive quia ipsemet laboris modus, nullo modo coërcitus, vagus, & non præcisus, accuratam in lentibus figuram non potest producere.

Aliam methodum proponit R. Pater Cherubinus Aurelianensis, in his materiis, etiam practicè benè versatus, quæ non ita exactam requirit patinam, sed vulgariter tantum sphæricam, cum ipse labor sphæricus sit; ita ut se expertum afferat, ut paropside plana, & nullo modo concava, lentem tamen convexam,majoris diametri perfecerit; quæ perfectionem habuit plusquam mediocrem.

Fatebor ingenuè methodo communi, me nunquam potuisse lentem cujus focus esset 50 pedum, exactam perficere, licet uterer paropside à Domino Deservieres sphærice excavata, summâ

quâ pollet in torno præcipuè adminiſtrando induſtriâ; cum enim Teleſcopium ab Euſtachio Divino elaboratum haberem, ablata lente objectivâ, & eâ ſubſtitutâ quam elaboraram, & quæ æqualis erat diametri, deprehendi meam cum Euſtachiana comparari non potuiſſe, quod modo laborandi tribuendum puto.

Supponitur ergo Paropſis longioris diametri, excavata methodo communi. Sit autem longitudo ſemidiametri concavitatis cognita; ponamus eſſe 10 pedum, aſſumatur cylindrus ligneus, aut ferreus 10 pedũ, in cujus uno extremo ſit apex acuminatus: in eodem extremo ſit ſegmentum globi convexi, è quo ſcilicet erumpat apex acuminatus, ſitque centrum ejus, & ex alia parte ipſe cylindrus, convexitas hujus ſegmenti globi ſit obverſa deorſum, hoc ſegmentum globi inſeritur annulo etiam concavo qui globum convexum excipiat. Hic annulus habeat anſas, ut funibus in ſublimi trabe annectatur.

Idem cylindrus inferiori parte habeat cavitatem ſecundum ejus longitudinem ductam, ut orbiculi lentem præferentis, cauda in eam cavitatem cum opus fuerit inſeratur, & clavicula ſpirali firmetur. In ſuperioribus ſeligitur centrum concavitatis paropſidis, horizontaliter ſupra menſam collocatæ, & in eo tota difficultas poſita eſt. Nempè ut centrum hoc directè reſpondeat, centro concavitatis paropſidis, & ut firmum ſit. Quare ſupra menſam erigi debent quatuor tigna quaſi columnæ. In quorum medio trabs inter tigna ſurſum & deorſum mobilis aptetur, ſit autem ſatis firma, & convenientia craſſitiei, poſſítque ad quamcúmque diſtantiam removeri: & ita firmari ut immobilis perſeveret. Hanc trabem pervadit foramen quadratum, in quod foramen inſeritur priſma quadrangulare centrum præferens, ſeu in baſi cavitatem habens, quæ pro centro aſſumitur. Debet autem poſſe hoc centrum nonnihil attolli, aut deprimi prout libuerit. Quod multis modis præſtari poteſt, & artificum induſtriæ relinquo. Ad id tamen maximè idoneæ videntur ſpiræ, ſeu helices.

His ita conſtitutis ubi centrum à menſa remotum fuerit ſecundum diſtantiam ſemidiametri paropſidis, perpendiculo, quæritur in menſa punctum perpendiculariter tali centro reſpondens, fiátque circulus æqualis paropſidi cui imponatur paropſis, ita ut quadret. Debet item paropſis eſſe horizontalis, quod amuſſi exquiſita examinandum eſt, & ne inter laborandum moveatur, pice præparatâ circumquáque firmetur, ut amplius loco moveri non poſſit. Tum centro illi ſuperiori ſeu cavitati inſerendum eſt acumen cylindri, & annulus concavus globum coërcens, ut cylindrus liberè pendeat, & à centro ejus apex non ſeparetur, funibus in ſuperioribus religatur firmiter; ponuntur potius funes, ut motum non impediant, tum inſerta in partem inferiorem cauda orbiculi lentem deferentis, demittitur nonnihil centrum donec lens tangat paropſidem, tum imponitur pulvis ſiliceus ſecundæ, aut tertiæ notæ, ſupponitur enim lens habere figuram, cum hic labor, ſit tantum ad correctionem adhibendus. Teritur autem lens eodem motu quo manu liberâ, perducitúrque ad lævorem inchoatum.

Politura eodem modo, vel ſupra chartam, corium, obſervatis ſcilicèt cautionibus iiſdem, atque hæc modò ſufficiant.

DIOPTRICES
LIBER TERTIUS.
De loco imaginis, & refractionibus coloratis.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Objectum in aquâ ab utrôque oculo refractè spectatum videtur in catheto, aut non longè.

Sit objectum A, ab utroque oculo B, & C refractè in aquâ spectatum, sitque ab objecto A, ad communem superficiem aquæ, & aëris ducta perpendicularis AD. Dico objectum A appariturum in perpendiculari AD, aut non longè.

Demonstratio. Sit enim radius A E, qui refractus à perpendiculari perveniat ad oculum C, ita ut productus concurrat cum perpendiculari A D in puncto F. Concurret autem, cum enim (*per supp. 2. 1. hujus*) superficies refractionis AEC, sit recta ad superficiem communem aquæ & aëris, item superficies refractionis A G B, sit recta ad eandem, erit communis earum sectio, perpendicularis AD (*per 19. 11.*) igitur AD, est communis sectio omnium superficierum refractionis, ergo invenitur in omni tali superficie; igitur radius EC, non potest non concurrere cum ea. Communiter autem cum objectum benè videre volumus, utrúmque oculum æqualiter distantem ab objecto tenemus; & quis uterque oculus est æqualiter elevatus supra planum horizontale, si fingatur planum horizontale per punctum A ductum, & ex B & C ducantur lineæ verticales, H, & I erunt lineæ BI, CH, æquales; item AI, A H æquales. Fiat in superficie refractionis AGB angulus DAG æqualis angulo D A E, ducatúrque radius G B. Primò assero radium G B, esse radium refractum respondentem radio incidentiæ A G. Nam in superficie aquæ ducantur lineæ G K, E L quæ (*per 16. 11.*) parallelæ erunt lineis AH, AI, & cum lineæ I K, H L sint æquales, eò quòd superficies aquæ sit horizontalis, erunt B K, C L æquales. Erunt item GK, E L æquales. Ductis enim lineis verticalibus GO, EP. Ostendam triangula AGO, AEP esse omninò æqualia, & lineas AO, AP, & consequenter OI, PH, seu GK, EL esse æquales. Quare (*per 4. 1.*) triangula BGK, CEL sunt omnino æqualia, & anguli BGK, CEL æquales. Sed angulus CEL est complementum anguli refracti respondentis angulo inclinationis AEP, ergo & BGK erit complementum anguli refracti respondentis angulo inclinationis A G O. Igitur radius GB est radius refractus: addo autem quod si producatur occurret perpendiculari AD in puncto F. Cum enim lineæ DK, DL supponantur æquales, item GK, EL, erunt lineæ DG, DE æquales: & in triangulis DGF, DEF, cum anguli in D recti sint (*per 4. def. 11.*) item anguli DGF, DEF, æquales suis oppositis ad verticem, & lineæ DG, DE ostensæ sint æquales, erunt bases æquales nempè eadem DE, utrique triangulo respondebit (*per 26. 1.*) quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Si oculi non fuerint in eadem superficie refractionis, & videatur objectum, unicum apparebit in linea perpendiculari, ducta ab objecto ad communem superficiem utriúsque medii. Hoc est etiamsi unus oculus magis recederet ab objecto quam alius, modò non sint in eadem superficie refringente, si objectum videatur, unicum videbitur adhuc in perpendiculari. Nam ostendimus quod radius uterque refractus attingat illam perpendicularem. Ideóque quia oculi sunt in duabus superficiebus refringentibus, & hæ duæ superficies habent pro communi sectione hanc lineam perpendicularem, radii refracti non poterunt concurrere nisi in illa perpendiculari. Ergo in eo concursu videbitur objectum.

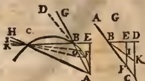
PROPOSITIO II.

Theorema.

Si uterque oculus fuerit in eadem superficie refringente, poterit fieri ut objectum appareat extra perpendicularem ductam ab ipso ad communem utriusque diaphani superficiem.

Si objectum A quod spectetur ab utroque oculo

oculo in eaden superficie refringente posito: intelligatur per punctum A duci quicumque circulus ABC, ad quem ducatur tangens AE. Item per punctum E quodcumque, ducatur perpendicularia EBC. Intelligatur linea EBC esse communis sectio diaphani densioris, & superficiei refractionis ita ut radius AB refringatur in D, producaturque radius D B, donec secet circulum in F. Ducantur radii FC, AC, eruntque (per 21.3. Eucl.) anguli ABF, ACF æquales & oppositi ad verticem D B G, I C H æquales erunt; angulus DBG est angulus refractionis radii AB: radius autem A C utpote magis inclinatus majorem habebit angulum refractionis; erit igitur angulus refractionis radii A B, major quam H C I. Sit igitur angulus H C K, producaturque radius K C, donec concurrat cum radio D F, nempè supra punctum F O; insimulque oculi in K, & D. Dico objectum A visum iri extra perpendicularem A E.



Demonstratio. Cum enim radius AB refringatur in BD, oculus in D positus, objectum A videbit esse in radio D B producto: item oculus K idem objectum videbit esse in radio K C producto; ergo uterque oculus simul objectum videbit in puncto O. Punctum autem O est intra circulum; ergo non potest esse in perpendiculari A E; ergo aliquando accidit objectum videri extra perpendicularem & esse viciniùs oculis, quod erat demonstrandum. Unde vides hallucinatum esse Alhazenum dum assumit universaliter tanquam verum quod semper apparentia objecti refractè visi sit in catheto, ducta ab eo ad communem superficiem diaphanorum.

COROLLARIUM I.

Ex hoc patet quod res visa in medio densiori semper videatur esse vicinior, quam communiter appareret, quod intelligendum est de medio plano; nam quotiescumque sunt aliæ superficies aliter philosophandum est.

COROLLARIUM II.

Ex hoc patet semper fieri aliquam deceptionem quoties objectum per unicam refractionem videtur. Experientia huic considerationi favet Si enim pendeat globus ex filo, & in aquam immergatur, cum fiat in prima aquæ superficie aliqua reflexio, spectabitur reflexè filum exterius in ipsa aqua, & secundum leges reflexionis videbitur in chatheto seu perpendiculari. Sed filum quod in aqua videtur refractè, non congruit cum filo reflexè viso; ergo non videtur præcisè in catheto licèt ab ea non digrediatur longius. Experientiam quilibet facere poterit.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Baculus media parte sui, in aëre, & aliâ in aqua existens, si sit ad superficiem aquæ rectus, communiter apparebit rectus, licèt pars quæ in aqua est brevior appareat.

Sit baculus aliquis media sui parte in aquam immersus, dico eum tamen communiter rectum appariturum. Nam communiter oculos æqualiter ab objecto videndo distantes habemus, in tali autem casu per primam quælibet para objecti videtur in perpendiculari ad superficiem aquæ ductâ; baculus autem ex suppositione perpendicularis est: igitur attollentur quidem apparentes partes inferiores baculi non tamen extra locum ipsius baculi, apparebunt. Ergo baculi partes intra aquam existentes semper videbuntur constituere unam lineam cum partibus extra aquam positis: quia verò partes inferiores per primam apparenter attolluntur, apparebunt breviores seu minores quod erat secundum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Baculus obliquè in aquam immersus videtur non constituere unam rectam lineam cum parte extra aquam posita.

Vide figuram præcedentem.

Sit baculus A B C, obliquè in aquam immersus, dico partem B C ita videndam esse, ut videatur facere angulum cum parte anguli A B, sint enim perpendiculares C D F B.

Demonstratio. (Per primam hujus) punctum C videbitur per refractionem in perpendiculari C D verbi gratia in puncto K, sicut F in puncto I; quare B C videbitur in B K, sed B K non constituit unam lineam rectam cum A B, igitur baculus A B C videbitur fractus in puncto B.

COROLLARIUM.

In tali casu pars B C minor videbitur per refractionem quam re vera sit; nam B K minor est quam BC, cum quadratum lineæ B K æquale sit quadrati B D, D K (per 47.1.) & quadratum lineæ B C æquale sit quadratis B D, D C. Si tamen oculi essent circa punctum G, fieri posset ut linea B K, videretur sub majori angulo quam linea BC, quare in tali casu si nulla haberetur ratio distantiæ linea B K major appareret.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si objectum sit parallelum superficiei corporis refringentis & oculus fuerit in perpendiculari ducta à medio objecti ad superficiem illius corporis, imago objecti major apparebit objecto & propior.

Sit superficies diaphani densioris A B sitque objectum C D illi superficiei parallelum, sitque oculus in perpendiculari G H ductâ à medio objecti G, ad superficiem AB, dico objectum appariturum majus.

Demonstratio. Punctum C apparebit in catheto nempè in C A, & in loco altiori quam C ponatur esse puncto E, pariter punctum D spectabitur in F; ergo apparentia objecti C D, erit E F, sed E F spectatur sub angulo E H F, majori; quam sit C H D; ergo majus videbitur in tali dispositione objectum per refractionem, quam directè videretur, quod erat demonstrandum.

Quæ demonstratio universalior fieri posset, si nempè non tantum oculus esset in ipsa perpendiculari linea, sed etiam in plano ad lineam C D recto; quia in his casibus semper linea EF, spectabitur major quam C D. Quare in omnibus ferè casibus apparet objectum intra aquam immersum paulò majus. Non persequor omnes casus, quia ut ostendi principium quo nituntur non est ita inconcussum, ut aliquæ experientiæ non contradicant, quid verò in cæteris corporibus præcipuè sphæricis accidat, ex aliis principiis satis superque demonstravimus.

SVPPOSITIO
Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

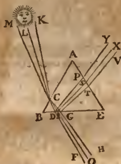
MATERIAM aggredimur difficillimam, saltem quamdiu in principiis physicis versabimur, quæ quidem mathematicus intacta posset omittere, suppositisque aliquibus experientiis, ulterius progredi, & ea tantum attingere, quæ ad ipsius objectum pertinent, nempè quæ ad pondus numerum & mensuram spectant. Quare supposito quod in aqua gutta quâlibet, ex certo & determinato angulo spectata, certus iridis color appareat, facile iridis, rotunditas, locus, & situs cæteraquæ proprietates item coronarum etiam geometricè à Mathematico demonstrantur; quia tamen etiam ex nostris principiis multum lucis, huic philosophiæ parti affundi potest, hanc veniam mihi concedi velim, ut liceat nonnihil philosophum agere, & quid certi, quid incerti, quid probabilis in hac materia afferat philosophia investigare. Primò quidem hanc existimo responsionem rejiciendam, ut invalidam & insufficientem, quæ tantum in genere asserit ex varia lucis, & opaci mixtione varios colores oriri & nihil in particulari explicat, nec ullam saltem probabilem rationem in medium affert cur sub tali determinato angulo is potiùs, quam alius color se se spectandum exhibeat. Neque ego hic me rationem convincentem & cui omnino possit mens acquiescere allaturum in me recipio; tentasse tamen juvabit, & aliorum aut commenta, aut rationes examinandas proponere. Ne tamen in incertum fluctuemus ab experientiis certis & indubitatis exordiendum est: ideoque eas referam experientias quæ in quâlibet gutta aquæ aut in phiala aqua plena à quolibet fieri possunt.

Pater Franciscus Maria Grimaldi in opere posthumo de lumine, colorationes luminis, radiis diffractis tribuit. Vult ergo quoties radius ita aut coarctatur, aut reflectitur, ut non uniformiter dispergatur, sed quasi cum violentia in partes non unitas abeat, toties fieri colorationem. Quam dispersionem aliter explicare non potui, nisi quod radius, qui uniformiter extendi & quasi dilatari debuerat, plus ex una parte dilatetur, quam ex alia. Ideo trigonometriam adhibui ut experirer, an in omnibus colorationibus apparentibus, id semper eveniret, respondit que calculus cogitatis. Hanc igitur diffractionem radii meo modo explicabo, & in ea sitam esse colorationem apparentem ostendam.

DIGRESSIO

EGF, exterior erit; in posteriori cono KNI erit interior; in radiis verò LHO, MGP deberet esse coloratio cærulea, quæ intertuebatur ab aliis radiis; quare si tegatur pars CD, relictis tantum foraminibus A, & B, in radiis LHO, MGP apparebit coloratio cœrulea. Immò si oculus applicetur quia oculus colligit in unum retinæ punctum radios physicè parallelos, si in radiis LHO, MGP applicetur oculus, videbitur coloratio cærulea.

Notandum præcipuè est radios EGI, FHK, magis constipari cum vicinis, quàm radios MGP, LHO; quod ex regulis refractionum jam supra assignatis facilè demonstrari potest. Non persequor alia minuta quæ ad rem non pertinent; ut si intercipiatur radius EG cessabit radiatio GL, & ita de cæteris.

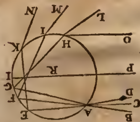


Quartum Experimentum desumetur ex trigono vitreo, seu crystallino; quod si soli exponatur secundùm faciem AB, in qua detectum sit foramen C, radii ejus post duplicem refractionem tàm in puncto C, quàm in facie DE, abibunt colorati; ita ut color rubeus fit in radio DF, & in radio GH fit color cæruleus; unde si tales radii excipiantur ad aliquod intervallum præsertim in loco obscuro, colores Iridis formabuntur.

Notandum autem est sicut in prioribus exemplis quia major est inclinatio radii KC, quàm LC, & hæc adhuc major, quàm radii MC, quia incrementa refractionum majora sunt, quàm incrementa inclinationum; plus accedent ad invicem radii CD, CI; quàm CI, CH. E contra verò, quia radius CG magis inclinatur, quam reliqui, majorem adhuc patietur refractionem, & quia refractio est à perpendiculari adhuc magis recedet radius GH, ab intermedio IO, quàm radius DF, invenitur ergo idem quod in superioribus exemplis. Non explico modò singillatim nonnulla accidentia scitu digna, quæ in hac experientia accidunt; hæc enim constituta semel ratione colorum apparentium, ex varia combinatione radiorum oriuntur, suntque considerationis mathematicæ; unde inferius in propositionibus explicabuntur. Restat tamen una aut altera consideratio, nempe quod radii CD, CI, CG, incurrentes in aëris superficiem BE, partim egrediuntur formantque colores Iridis, partim etiam reflectuntur, ita ut radius DP, eundem servet situm, & habitudinem ad radium sibi vicinum, quàm habebat ante reflexionem propter æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis. Unde quia ostendimus radium CD magis accedere; ad radium CI, quàm radius CI accedat, ad radium CG, pariter radius DP, magis accedet ad radium IS, quàm radius IS ad radium GT. Quia tamen inclinatio radii GT major est inclinatione reliquorum radiorum, ideo radios GT majorem multò patietur refractionem; & quia incrementa illarum majora sunt, incrementis inclinationum, plus ex eo capite accedet radius TV ad radium IS, quàm radius IS ad PY; quare corrigetur prior irregularitas ibique nulla fiet coloratio. Cum tamen in punctis P, S, T, partim reflectantur radii versus faciem AB; rursus radii hoc modo duplicem refractionem passi, & duplicem reflexionem, colorabuntur, propter rationes supra allatas.

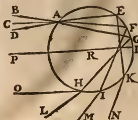
Secunda consideratio erit quod hæc coloratio præcisè non proveniat ex crassitie prismatis; nam poterat pro puncto C assumi quodlibet aliud punctum in superficie AB, & eadem semper facta fuisset coloratio, & quod mirum est non in anguli alicujus quantitate posita est, poterat enim magis & minus obliquari facies AB respectu solis, & quod mirum mihi semper visum est, si ita descenderet Sol ut radius KC occuparet locum radii LC, & hic locum radij MC, eadem tamen sequeretur coloratio, nempe radii duo superiores LC, KC, etiam in ea dispositione repræsentarent colorem rubeum. Immò si plures soles, aut alia objecta lucida disponantur; quorum alia aliis superiora sint, singula tamen, & eodem ordine colores iridis repræsentabunt. Pariter si solis pars LK regatur, radius LC, qui intermedium colorem solitus erat exhibere, modò cœruleum exhibebit, atque hæc sufficiant, ad constituendam rationem colorum apparentium.

Experimentum quintum. Soli exponatur sphæra crystallina, aut vitrea, sed aqua plena, constituatur oculus in eo situ, in quo ductæ tàm à Sole, quam ab oculo lineæ rectæ, ad centrum ejusdem ampullæ angulum gradum circiter 45 comprehendant, in ea colores iridis apparebunt. Quod si totum radiorum progressum intueri velis, quære in superficie ampullæ locum per quem radius, qui tingitur, eamque ingreditur; sic



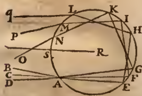
verbi gratiâ punctum A, in quod incidant tres radii solares BA, CA, DA, & quia radius DA magis est inclinatus, quàm reliqui; magis accedet ad radium AF, quàm radius AF accedat ad radium AG, unde erit arcus EF paulò major arcu FG.

pariter quia arcus AE minor est arcu AF, & hic minor arcu AG, & his sunt æquales arcus EK, FI,



GH; erit radius EK magis inclinatus, quàm FI, & hic magis, quàm radius GH; unde multò major erit refractio radii KN, quam IM; unde constipabuntur radii versus KN, apparebitque color rubeus, & vi radii HL color cæruleus. Hæc coloratio fit sub angulo circiter graduum 45. sive quia sub aliis angulis, non possit fieri ut radii post duplicem refractionem, & unicam reflexionem, ad oculum perveniant sive propter hanc inæqualem radiorum distractionem, quod infra suis locis ex pendemus.

Notandum item est quod non tantum radii per punctum A ingressi, colores iridis exhibeant, sed alii omnes æquè distantes ab axe PR. Quare cogitare debemus, non tantùm radios HL, IM, KN; sed alios innumeros in orbem circa axem PR, similiter colorari, ita ut si per foramen æquale ampullæ solis radius transmittatur totam illuminans; egredietur corona colorata, quæ si excipiatur muro, vel charta mundâ, colores exhibebit, exteriùs flavum, seu rubeum, interiùs cæruleum, quia radii KN, IM constipatiores sunt radiis IM, HL. Cùm autem dicimus colores apparere sub radio circiter graduum 45, ita intelligendum est ut radii ultimi, ab ampullis ad oculum ducti, v.g. radius LH cum axe PR, aut linea OH, illi parallela angulum circiter graduum 45. comprehendat. In quo notandum est radium NK colorem rubeum exibentem paulò majorem angulum efficere, cum axe PR quam radium L H repræsentantem colorem cæruleum.



Experimentum sextum Eadem ampulla vitrea soli exponatur; itáque moveatur oculus, donec lineæ ab oculo, & à Sole, ad centrum ampullæ ductæ angulum graduum circiter 54 comprehendant. Consideretur totus radiorum progressus, fintque radii subeuntes ampullam, BA, CA, DA, quorum BA, obliquior majorem patietur refractionem, ex quo sicut priùs sequitur, arcum EF esse paulò majorem arcu FG. Reflectatur item AE, in EH, & EH, in HL eritque radius HL, æqualiter inclinatus ac radius AE; item radius IM æqualiter inclinatus ac radius AF; quare inclinatio radii HL multò major est inclinatione radii IM, unde fit ut plus accedat radius refractus L q ad PM, quàm PM ad NO, erit ergo rubeus color in Lq, & cæruleus in NO, & quia si ducatur axis SR, majorem angulum comprehendet cum eo radius ON, quàm PM, & hic quam q L, inde fit ut in secundaria Inde color cæruleus fit supremus, hoc est sub majori angulo spectetur ut ostendemus.

Notandum item est eosdem radios, posse per duas refractiones sine reflexione colores Iridis repræsentare, ut radii AE, AF, AG, egressi in aëre repræsentant colores Iridis, suntque proprij coronæ, radii EH, FI, GK, media sui parte in aërem egressi, eosdem colores repræsentant, pertinéntque ad Primariam Iridem. Denique radii HL, IM, KN, in aërem egressi exhibent colores Iridis secundariæ.

DIGRESSIO II.

Physica.

Quid sint colores apparentes.

Ut aliquid probabile in hac materia dicatur; certum est sine refractione posse nonnunquam lumen colorari. Ostendimus enim in primo experimento, in materia lucida exaratas lineas, lumen coloratum reflectere; in quo experimento nulla est medii variatio; quæ ad refractionem requiritur. Neque dicas corpora opaca aliquid habere diaphaneitatis, ita ut lumen ab ipsis reflexum etiam secundùm aliquid sui penetretur; sed contra. Si hæ minutæ lineæ exarentur in prima vitri superficie; radius qui ab ea reflectitur eosdem colores efformabit, qui tamen dici non potest refractus si enim semel vitri superficiem subeat, & in ea refractionem patiatur, ulteriùs procedet, nec ampliùs reflectetur.

Probatur item ex aliis experimentis. Dum radius inter arborum folia; aut minutos pectinis denticulos distractus variis coloribus tingitur, ibi nulla est refractio.

Certum est item nonnunquam per solam refractionem sine ulla reflectione colores apparentes generari.

Id jam ostendimus in prismate triangulari, in lente crystallina.

Denique lumen solare, in colores Iridis abit per refractionem simul & reflexionem, ut in ampulla vitrea

Dico ergo. Primò in lumine nullam qualitatem, aut aliam entitatem produci, dum colores, quos vocant apparentes exhibet. Nam illa entitas, determinatam haberet essentiam, & consequenter certam quandam causam sui productivam exigeret; nulla autem est assignabilis hujusmodi causa cum eadem sequatur coloratio, sive per crystallum, sive per aquam, sive per vinum, aut alium liquorem solis radius transmittatur.

Secundò nisi radius solis, tali modo transmittatur, per medium in quo coloratur, nullus sequetur color, immò lumen postquam coloratum est, si denuo simili modo transmittetur per aliud medium,

dium verbi gratiâ ſi lumen coloratum in triangulari priſmate, alio priſmate excipiatur perit coloratio; & oſtendimus lumen quod ſemel in eo reflexum exit in aërem, amittere ſuam colorationem ex quo ſequitur eam præcisè non habere quod cryſtallum pervadat, alioquin, quò majorem ejus partem pervaderet, eò magis coloraretur: quod tamen falſum eſt, cùm potius illam amittat.

Item, ſi dicatur à cryſtallo produci colorem in lumine, nulla nec probabilis ratio afferri poterit; quare nullus producatur, ſi utráque ſuperficies fuerit parallela.

Neque etiam dicere potes cum R. Patre Nicolao Zuchio, in quolibet diaphano eſſe aliquam fuſcedinem, quæ inæqualiter participata, & lumini admixta omnes colores efficiat. Sed contra quia oſtendimus in priſmate triangulari, ſive pars ejus infima, quæ exilior eſt, pervadatur à lumine, ſive pars ſuperior quæ craſſior ſimiliter tamen radium colorari; immò radium qui priùs colorem medium exhibebat, ſi fiat extremus, eò quòd vicina pars ſolis tegatur, jam exhibere colorem rubeum, aut cæruleum. Addo & aliam experientiam; nempe quod lumen per priſma triangulare tranſmiſſum in parva diſtantia nullum colorem exhibeat; ergo non habet illum colorem, quem poſtea exhibet, ex mixtione illius fuſcedinis, cum enim eam mixtionem poſtea non accipiat, vel tunc eam habet totam, vel nullam poſtea habebit.

Dico ſecundò. Ratio cur lumen abeat in colorem apparentem non eſt, aliqua determinata intenſio. Probatur lumen ſenſim à ſupremo gradu intenſionis langueſcit uſque ad infimos gradus; neque tamen exurgit ullus color apparens experimur item nos poſſe colligere radios ſolares, vel lente vitrea, non multùm convexâ, vel ſpeculo concavo parabolico, ex qua collectione intenditur lumen & calor, neque tamen propterea colorabitur. Adhibemus item plurimas faces lumine in nullos colores abeunte.

Secundò ſi radios, è lucerna qualibet, & face prodeuntes, è Sole, Lunâ, reflexè à quolibet objecto emiſſos, ſereno, & nubilo cœlo in quibus caſibus, non perſeverat eadem luminis intenſio; ſi inquam eos priſmate triangulari excipias iidem ſemper colores; & eodem ordine emicabunt; ergo ii annexi non ſunt peculiari alicui luminis intenſioni.

Dico tertiò. Ratio colorationis luminoſis poſita non eſt in inclinatione aliqua determinata radiorum inter ſe. Nonnulli exiſtimant lumen tranſire in colorem apparentem, quia radii ad invicem angulantur, ut vocant ſeu inclinantur ad incem, alio modo quàm exigant, nimirum cum naturalis luminis propagatio in orbem, ſeu ſphæricè diffundatur, inde fit ut ſenſim radii divaricari debeant, & in ea divaricatione ſemper lumen purum appareat; cum verò radii aſſumunt aliam inclinationem hoc eſt ſub tali determinato angulo, tunc colores diverſos exhibent. Oſtendo talem modum explicandi non congruere cum experientiis.

Radios à ſole prodeuntes cum aliqua divaricatione, colligimus lente convexa, quæ modò non contineat magnam partem ſuæ ſphæræ, nullum colorem dabit. Quod ſi exiſtimes radios, non ſatis ad invicem inclinatos, antequam radii concurrant excipiantur alia lente convexâ, eandem illis inclinationem dabis quam habuiſſent, in lente valde convexa, in qua fuiſſet aliqua coloratio: attamen nulla ſequitur: ergo præcisè ex tali inclinatione non ſequitur coloratio. Idem dico de ſpeculo concavo, vi cujus radiis tribuetur quælibet inclinatio.

Secundò lumen coloratum per priſma triangulare trajiciatur per lentem cryſtallinam, aut per myoptrum, ſeu ſpecillum concavum, rurſus eam aſſumet divaricationem, quam in naturali propagatione habere poteſt. Neque tamen amittet ſuum colorem; ergo luminis coloratio præcisè non oritur ex radiorum divaricatione.

Confirmatur ſi coloratio quæ fit dum lumen tranſit per vitrum coloratum, ſimilis ſit illi quæ fit dum generantur reliqui colores apparentes, certum eſt inquam in tali caſu, ſi vitri ſuperficies ſint invicem parallelæ, non mutari radiorum habitudinem qui conſequenter procedunt cum eadem inclinatione, quam habebant antequam in vitrum incideterent: ergo coloratio non oritur ex ea inclinatione.

Dico quartò. Probabiliter colorem apparentem nihil eſſe aliud, niſi inæqualem ſeu difformem luminis denſitatem. Probatur. In omnibus allatis experimentis oſtendimus, ſemper inveniri inæqualem ſeu difformem luminis denſitatem, hoc eſt quod quicunque radii aſſumantur plus accedant ad invicem, quam alii ſequentes, & ii rurſus magis quàm conſequentes, oſtendimus item ſi ad uniformem denſitatem revocentur amitti omnem colorationem, & hoc in omnibus exemplis evenire, neque aliud excogitare poſſumus, quod omnibus exemplis conveniat; igitur in ea difformitate denſitatis in radiis dicenda eſt poſita apparens coloratio. Non pono autem colorationem præcisè in denſitate aliqua, aut intenſione, cum oſtendam colores generari ſub quacúmque luminis intenſione; ſed in difformitate aliqua, ſeu inæqualitate acceſsûs radiorum inter ſe. Hanc ergo veram exiſtimo colorationem, & hoc in omni opinione, ſive lumen dicatur accidens, modò ejus propagatio dicatur fieri per lineam rectam, ſive dicatur eſſe ſubſtantia. Debet autem hæc difformitas eſſe notabilis, alioquin nihil ſenſibile ſequetur.

Probatur ſecundò rejectione aliarum omnium modificationum. Quid enim aliud excogitari poteſt, non intenſio ut oſtendimus; non qualitas aliqua, non entitas alia adjuncta, deeſſet enim cauſa producens, ut jam oſtendimus. Denique nihil aliud ex variis reflexionibus, & refractionibus oriri poteſt, niſi ordo aliquis in luminis propagatione, hunc autem ordinem peculiarem, nempe difformitatem denſitatis in propagatione in omnibus exemplis invenio: ergo bene aſſero in eo poſitam eſſe rationem coloris apparentis, neque invenio quid alium dicatur præcipuè in opinione aſſerente lumen eſſe accidens.

Confirmatur, quia facilè poterit in ea etiam opinione dici, colorationem illam quæ fit, ex trajectione luminis per vitrum coloratum poſitam pariter eſſe in ea inæquali denſitate; modò tamen materiam coloratam non intelligas æqualiter diffuſam per totum vitrum, ſed illi ita admixtam, ut dentur nonnullæ partes diaphanæ, nonnullæ item opacæ; licèt ita permixtæ, ut ſenſus inter eas diſtinguere non poſſit. Hoc enim poſito, poterunt illæ partes opacæ, ita lumen ad partes detorquere per aliquam minutam reflexionem, ut fiat illa inæqualis luminis diſtributio. Immò poſſet probabiliter dici ex varia corporum inæqualitate (in qua colorem

permanentem positum esse nonnulli non sine probabilitate existimant) oriri hanc inæqualitatem densitatis, non quidem si comparentur radii sensibiles, seu in aliqua quantitate notabili sumpti; sed si eos mente dividamus in eas partes, quæ seorsim sumptæ non caderent sub sensum, sicut enim partes opacæ admixtæ diaphano minutissimæ sunt, ita etiam radii quos ita reflectunt, aut ad latera detorquent; ut ea sequatur inæqualitas densitatis sumi debent insensibiles.

Ex ea inæqualitate densitatis, sequitur aliqua radiorum quasi distractio, & interruptio, si non omnimoda, saltem partialis, & in ea interruptione probabiliter posita est coloratio; cùm ergo diversimoda possit esse illa interruptio, diversi etiam generantur colores. Ratio principalis quæ id suadet erit, quod colores ut vocant apparentes, sint aliqua affectio ipsius luminis, nulla autem excogitari potest alia affectio quam ordo propagationis, variaque temperatura luminis minus, & magis densi; favet quòd eo modo explicare etiam possimus colores, quos permanentes dicunt. Nam colores apparentes & reales esse ejusdem naturæ facilè probatur, quod se invicem intendant, tam enim se invicem intendunt color realis, & apparens, quàm duo apparentes, aut duo colores reales; igitur realis & apparens ejusdem naturæ sunt participes. Pariter tàm facilè ex duobus diversis coloribus apparentibus, fit tertius color intermedius, quam si misceantur duo pigmenta; immò si colori permanenti superponatur color apparens, tertius enascetur; igitur dicendi sunt color apparens, & permanens esse ejusdem speciei, & naturæ. Quod tamen intelligendum est de colore in actu secundo (ut vocant) sumpto. Video enim in colore permanente, figuram minutissimarum partium posse esse causam colorationis in lumine, quæ causa permanens est, & semper perseverat; unde quodcumque lumen ad corpora appellit, reflectitur cum ea inæqualitate densitatis, quæ ad colores exhibendos necessaria est. In coloribus autem apparentibus, cum in certo tantùm situ, radius eam induat inæqualitatem, corpora autem & oculus facilè loco moveri possint, necessarium est ut ii colores non diu permaneant, unde apparentes tantùm dicuntur.

Hæc opinio suam habet probabilitatem, neque video quid aliud dici possit, si lumen in accidentium numerum referamus. Difficultatem tamen patitur maximam, in eo quòd non satis colores intermedios explicet. Nam cum umbra colorem nigrum exhibeat, & lumen colorem album, sicut quantumvis misceantur color niger & albus, non orietur unquam nisi subcinericius, magis, aut minus ad album vergens, prout plùs de uno aut altero participabit; nunquam autem ex ea mixtura generabitur color rubeus, aut cæruleus, ita etiam ex densitate, aut raritate radiorum lucis quantùmlibet & quomodolibet combinatorum nunquam orietur color rubeus, cœruleus aut viridis. Quod ut melius concipiatur sumantur fila alba, & si velis aliqua nigra, quæ ut fiat tela, aut pannus intertexantur quantumvis exquisito ordine, nunquam tamen pannum rubeum, aut cœruleum efformabis.

R. P. Honoratus Fabri, hanc colorum rationem tuetur, nempe ut colorem album dicat esse lumen minimè interruptum; sed æquabiliter diffusum, unde fit ut illa corpora dicantur alba in actu primo, quorum superficies minutissimis constant sphærulis, & horum exempla quamplurima refert, quæ etiam nos suis locis attulimus. Idque confirmat exemplo flammæ, quæ quò purior, minùsque fumis, aliisque est permixta corporibus, eò etiam magis alba est & candida; si verò fuligines admixtas habeat, fit aut rubea aut nigrescit. Colorem nigrum ponit vel in luminis carentia omnimoda, vel quod radii sint valde pauci, ita quæcumque sunt in umbra, respectu corporum illuminatorum nigrescunt, cavitates omnes nullum remittentes lumen nigræ apparent. Quæ lævigantur ut plurimum in colorem nigrum abeunt; eò quòd deterantur sphærulæ quibus constabant, inducaturque lævigata superficies, quæ solare lumen non nisi in unam partem reflectat; carbo extinctus, atramentum ob striatas particulas nigrescunt, &c. Fateor ea quæ dicuntur de albedine, & nigredine probabilitatem maximam habere, quæ verò de sequentibus coloribus non tantam.

Asserit ergo rubeum colorem ab extremis æquè distare, alternasque continere interruptiones, ita ut alternatim radium habeat & umbram. Confirmat autem aliquibus experimentis: flamma fumo conjuncta, Sol per medias nebulas, carbo ob conjunctionem aliarum partium cum partibus accensis, rubescunt. Item qui ex magna luce in cubiculum clausum oculos convertunt aliquid rubei vident, eò quòd affectio retinæ aliquamdiu perduret. Adderem quod nix spectata trans velum sericum valde rarum videatur rubea.

Colorem flavum inter rubeum, & album constituit, unde geminos radios cum una interruptione illi assignat, sic pannus ex tenuissimis filis albis, & purpureis contextus flavus apparet. Cæruleus inter rubeum, & nigrum unum tantùm habet radium cum duabus interruptionibus; ex cæruleo & flavo fit viridis, qui duas interruptiones & unum radium habet dein unam interruptionem & duos radios. Alias combinationes non persequor.

Colores apparentes similem naturam habere opinatur, ita ut ex trajectione luminis per vitrum coloratum oriatur ea radiorum interruptio, quæ propria est coloris rubei; ex refractione & reflexione radiorum oriatur ea interruptionum, & radiorum combinatio quæ cæterorum colorum propria est.

Remanet tamen integra mea instantia, nempè quod ex filis nigris & albis nunquam fieri possit pannus rubeus, aut cæruleus, aut viridis: possint tamen ex luminis modificatione oriri tales colores. Forsitan responderi poterit, quòd filum nigrum non sit omnimoda interruptio, sitque potiùs minus lumen, & radius minus intensus, quàm privatio luminis; addo quod cum filum album ferè in omnem partem remittat lumen facilè misceatur cum minori illo lumine, quod à filis nigris remittitur, faciatque potiùs uniformem aliquam radiorum distributionem, quàm veram interruptionem. Hæc tamen ultima responsio non videtur posse subsistere, quia licèt in aëre id videatur evenire, non tamen in oculo, cujus crystallinus in eâdem parte retinæ, unit radios ad eandem partem objecti pertinentes: quæ responsio valere etiam debet pro radiis ex diversis objectis prodeuntibus, licet in medio se intersecent. Subsistit tamen prima responsio, & confirmari potest experientia in qua est vera interruptio,

terruptio, nempè quod ſi nivem reſpicias per velum nigrum, cujus textura ſit rara, videbitur color rubeus.

Secunda inſtantia validior eſt, quod in trigono vitreo non videatur ſequi ulla radiorum interruptio, niſi admittatur in corporibus diaphanis aliqua heterogeneitas, quæ tamen communiter non admittitur; quamvis enim ſi conſiderentur tres radii quicúmque æqualiter diſtantes ab invicem, ante geminam illam refractionem, notentur poſt refractionem inæqualiter diſtare: non video tamen quomodo ſequatur aliqua interruptio, deberet enim potius ſequi aliqua denſitas ſenſim imminuta, & decreſcens. Quod dixi in priſmate triangulari, intelligendum etiam eſt in reliquis exemplis. Contendo igitur etiam admiſſa illa interruptione, tanquam ratione formali diverſorum colorum, nunquam probatum iri in exemplis allatis producendum ullum colorem, niſi alia admittantur principia quàm communia, hoc eſt niſi aliqua concedatur in corporibus diaphanis heterogeneitas partium.

Hæc & alia multa dici poſſunt in contrarium.

Quare proponenda mihi videtur alia opinio, ut quilibet expendere poſſit quid ſit in ea probabilitatis, & quænam ea omnibus meliùs experimentis reſpondeat, ſolidúſque difficultates ſolvat. Cenſent nonnulli lumen eſſe ſubſtantiam tenuem, & fluidam maximo impetu evibratam. Cùm ergo ſit capax motûs, utpote quæ per realem lationem ad oculum uſque defertur, patiatúrque tam reflexionem, quam refractionem, videndum eſt utrum per diverſum ejus motum colorum diverſitatem explicare poſſimus. Certum eſt enim nullam aliam entitatem, à corporibus reflectentibus, aut refringentibus in lumine produci poſſe, entitatem (ioquam) abſolutam, cum ea corpora non ſint illius productiva, nec eam contineant, hoc eſt nullam habeant proportionem cum tali effectu: præcipuè cum colores non generentur, niſi lumen certo, & determinato modo in ea corpora incidat; certus autem & determinatus incidendi modus, non videtur aptus eſſe niſi ad producendum certum & determinatum motum.

In eo igitur motu totam colorum eſſentiam poſitam eſſe exiſtimant, quod in ipſis difficile non videtur, poſitâ luminis naturâ fluidâ; cujus conſequenter partes, licèt ab invicem ſeparabiles, habent tamen aliquam inter ſe adhæſionem, ut experimur in aqua. Sicut ergo aqua ſine nova entitate ſuperaddita, per ſolam ventorum agitationem, aut illiſionem ad cautes, & ſaxa, quamvis inchoatum proſequatur iter in fluvio; non deſinit tamen varias figuras induere, ita ut aut in ſpumas albeſcat, aut diverſimodè fluctuet, immò varios nonnunquam colores, pro varietate criſpationum referat; multò magis in ſalientibus, dum varia ad os ſalientium foramina imponuntur, in diverſas conformatur figuras; ita ut nonnunquam in pluviam decidat, aliquando pavonis caudam imitetur, aliàs in ſolem configuretur, ſexcentáque ludicra referat. Ita volunt, ex refractione, aut reflexione corporum, propter varias eorum ſuperficies variam etiam criſpationem, vibrationem, & quaſi tremorem indui, in quo ſitam eſſe colorationem volunt; id autem commodi habet hæc opinio quod non ſolum apparentes, ſed etiam reales ita generari putet, & conformiter de utriſque loquatur.

Præcipua ratio quæ id ſuadeat, petitur primò ex rejectione aliarum opinionum, quæ aut non benè aſſignare poſſunt tantam colorum diverſitatem, aut non ſatis experientiis congruunt. Cum ergo nihil meliùs afferri poſſit, & per eam criſpatam vibrationem explicentur quæcúmque dici poſſunt, tam circa reales, quàm circa apparentes colores, benè hæc profertur, tanquam modificatio luminis neceſſaria ad colorationem.

Probatur autem Primò: lumen vibratur cum maximo impetu, appellítque ad diverſa corpora, & diverſimodè configurata, ſed appellere non poteſt ad hujuſmodi corpora quin varios motus patiatur, ergo verè illos motus patitur; ſed res diverſimodè mota ad organum ſenſus delata diverſimodè illud afficit, præcipuè ſi diverſimodè configuretur. Ita aliter afficimur, dum pungimur ab aciculis, aliter dum rebus mollibus tangimur; ita auris aliter afficitur dum vibrationes aëris lentas excipit, aliter dum incitatiores, immò in vibrationibus Iſochronis diſtinguimus eas quæ à chorda, ab iis quæ à tibia, à campana, à tympano aliíſque quibuſcúmque corporibus producuntur, quamvis ea omnia ut fieri poteſt, concordent. Quod autem mirum eſt ſi afferantur mille homines in eodem tono loquentes, locutio ſeu ſonus cujuſlibet diverſus erit. Ita in noſtro caſu dicendum eſt; quare dum lumen reflectitur à corpore colorato, referet illius colorem, hoc eſt peculiarem criſpationem, ſeu tali minimarum partium figuræ reſpondentem; neque enim ſui deſunt in opacis pori, per quos aliquatenus admiſſum lumen cogatur reverti, non ſine nova agitatione; præcipuè dum urgetur ab alio ſuperveniente lumine. Quod valdè credibile redditur. Exemplo agitationis quam patitur aqua, dum per anguſtos anfractus coacta, & illiſa, ad variè ſinuatas lingulas frangitur, vel ut diximus illiſus aër in muſicis inſtrumentis, in tot ſonos abit.

Quod ſi in corporum opacorum porulis cogitetur aliqua ſubſtantia, adhuc fluidior ipſo lumine, & quæ de ſe ſit propriè diaphana, hoc eſt fluidiſſima; hæc ſubſtantia ſi ſemper moveatur peculiari modo, hunc motum communicabit lumini; ſed hæc ſunt principia adhuc difficiliora.

Sic explicatur color corporum permanenter coloratorum.

Eodem modo explicatur coloratio luminis tranſmiſſi per corpus diaphanum coloratum, nam lumen eandem aſſumit vibrationem, & agitationem dum permeat corpus coloratum, ac ſi reflecteretur ſtatim, quia eodem ferè modò configurata ſunt ea corpora, atque adeo ſive parum tantum ingrediatur corpus aliquod, ſive totum pervadat juxta diſpoſitionem illorum corporum configuratur. Validior erit illa impreſſio, quæ redundabit in lumen, quoties penetrabit diaphanum coloratum, valdè craſſum, quàm ſi minùs profundum eſſet, quia ex repetitione ſimilis impreſſionis, ea fit vehementior, unde color evadit magis ſatur. Hæc autem luminis vibratio benè ſequitur ex ejus interruptione, & diſcontinuatione quæ fieri non poteſt in corpore fluido, quin reſiſtendo diviſioni criſpationem patiatur, ex qua in aquâ, & aëre, generatur etiam ſonus. Et hæc benè conveniunt cum ea interruptione corporum quæ ex colore oritur. Nam eodem modo proportionaliter coloratur vitrum quo aqua: ſed aqua coloratur per admixtionem verbi gratiâ,

ligni Brasiliensis opaci cujus partes singulæ opacæ sunt, habetque interruptionem aliquam, ergo & vitrum similiter quare ex ea interruptione in partibus diaphanis, oritur & interruptio in lumine.

Probatur, item experimentis supra relatis, nempè quod lumen coloretur quoties diversimodè, seu inæqualiter dissipatur, ita ut ubi major est dissipatio alius color appareat, alius ubi est minor: in hac autem dissipatione formaliter color non potest consistere, quia præcisè nihil aliud efficere potest hæc dissipatio, nisi aut interruptionem aliquam, in qua ut ostendimus consistere non potest formalis coloratio, nisi fortè subcineritii coloris, aut aliqua minor, & major intensio, nisi ponatur præterea ex ea dissipatione inæquali sequi posse nonnullam crispationem, quæ benè cohæret cum ejus motu, & fluiditate. Confirmatur autem ex eò quòd si rursus lumen contraria refractione reducatur ad suam æquabilitatem, nullus amplius appareat color, nihil autem perdere potest, nisi aliquid quod sit connexum cum ejus locali ubicatione, & situ partium. Confirmatur item: coloratio quæ oritur, ex corpore permanenter colorato, perit si certa tribuatur lumini dissipatio, aut unio; sed hoc explicari non potest, nisi per novam aliam vibrationem, ergo in ea coloratio consistit. Major probatur. Si in foramine fenestræ cubiculi clausi valdè globosam lentem, aut sphæram apponas quâ radios à corpore aliquo benè colorato, & illustri excipias, hi trajecti per lentem, & in chartam mundam incidentes, in aliqua distantia nihil nisi merum lumen ostendent, in alia verò colorem exhibebunt, ergo hæc coloratio quam induunt radii, in reflexione à corpore permanenter colorato, posita non est nisi in aliquo situ & dispositione radiorum, in qua tamen præcisè non consistit color, sed in vibratione inde orta.

Denique quomodocumque res explicetur certum est in lumine aliquid esse, quod non erat antea, dum coloratur sive permanenter, sive ut vocant apparenter; non potest esse aliqua entitas absoluta, & in multis certum est id quod lumini additur non posse non consistere in situ partium, aut locali ejus distributione, aut saltem cum ea conjunctum esse: non potest esse præcisè ejus localis propagatio; propter rationes allatas, nihil potest excogitari quod habeat connexionem aliquam cum eo locali ordine, nisi motus aliquis & quasi vibratio, ergo additur illi hæc vibratio.

Renatus Descartes in sua dioptrica, alia nonnulla sequitur principia licèt istis valde similia; nam primò existimat lumen propriè non esse corpus, sed motum materiæ æthereæ qui motus sit concitatissimus, quo nempè quasi alternis vicibus hæc materia à sole recedat, expulsa nempè motu solis se tendentis, deinde ad solem quasi accedat dum sol se contrahit, essetque lumen videri quoties in eo perit motus. Addit præter hunc motum rectum quo materia æthera accedit ad solem, & ab eo recedit posse eidem materiæ addi motum volutationis circa proprium axem, atque in ea mixtione motus recti, & rotationis positam esse luminis colorationem. Considerat autem idem Descartes particulas materiæ ethereæ quasi globosas, hoc est, nullam inter eas unionem, quamvis non neget, unam ab alia comprimi posse. Dum ergo radius aliquis plurimis globulis constans, ita incidit in trigonum vitreum, ut sequatur inæqualis dissipatio; globuli materiæ æthereæ qui sunt inter alios constituti inæqualiter à circumstantibus comprimuntur, ex quo fit ut non amplius rectum tantum motum habeat, sed addatur illis motus rotationis, globus enim si motu recto delatus, unâ sui parte magis sistatur, quàm alia incipit rotari, prout ergo hic motu rotationis admiscetur motui recto, neque enim cessat propterea motus rectus & adhuc defertur ab aliis vicinis partibus & propellitur, ut motum suum rectum continuet) prout inquam globulus participat magis, & minus de motu recto aut rotationis, alium atque alium colorem. refert Sic rationem reddit quatuor colorationum quæ communiter in coloribus apparentibus cernuntur. Nam ex una parte in globulis rotatio superat motum rectilineum, sic exurgit color valdè vividus nempè rubeus; ubi minor est compressio, motus rectilineus superat motum volutationis, sic fit languidior color seu cæruleus; intermedii autem colores generantur ex varia mixtione eorum motuum. Suam opinionem non aliter probat Cartesius nisi quod ea posita facilè explicentur ea omnia quæ coloribus tam permanentibus, quam apparentibus accidunt.

Multa contra hanc opinionem dici possent, nec video quid sit in ea opinione condensatio luminis, si se jam contingant particulæ luminis, neque cur in condensatione simplici non sistatur omnino motus circularis, nam si lumen quod apparenter coloratur trajiciatur per lentem convexam poterit condensari, & fieri vividior, ex ea tamen condensatione videtur impediri magis motus volutationis. Hanc opinionem tantum proponit Cartesius & non probat.

Contra totam hanc doctrinam multa in contrarium dici possunt, quæ perstringam tantum; & primò contra eam partem in qua videtur constituisse colores etiam reales in ea luminis vibratione, seu crispatione consistere.

Primò quidem possunt fieri nonnullæ difficultates circa nomen coloris, & rei visibilis, & ad quid terminetur visio. Cum enim colores nihil sint in ipsis objectis præter coordinationem porulorum, aut minutissimarum partium quantitatis, quæri potest quid præcisè sit color, & quid propriè videatur. Respondeo visionem propriè loquendo esse imaginem aliquam vitalem productam in oculo ab anima, determinatâ nempè per lumen in eo receptum, & illuminantem certam & determinatam partem retinæ, secundum figuram, ut plurimum similem alicui corpori extrinseco, à quo ad oculum lumen profunditur aut saltem reflectitur ita ut si lumen in oculo certam dispositionem partium ei similem, quæ inest partibus luminosi, dicatur luminosum videri, sive facta sit aliqua reflexio, sive nulla. Si verò lumen quo ad figuram non servet ampliùs eum ordinem qui requiritur ut possit vi illius judicium ferri, de dispositione partium luminosi; sed tantum de dispositione corporis reflectentis; tunc dicitur videri corpus reflectens. Quod pertinet ad colores aliquid potest videri cum perigrinis coloribus, hoc est quamvis vi illius illuminationis quæ inest oculo, possit judicium ferri de luminoso. Alia tamen potest esse luminis modificatio, quam quæ naturaliter sequitur ex tali luminoso;

dicetur

dicetur videri luminosum. Ita si benè perpendamos, ut per trigonum solem videmus,& in singulis guttis totidæ nubis,solis imago apparet & propriè sol erit illius objectum. Idem dicendum dum per trigonum spectantur ædificia,arbores & quælibet alia objecta, quare in omnibus his debent potius objecta, quam ipsum lumen dici videri, quia potius de objectis quam de lumine fertur judicium, ita loquendum puto licèt non arguam eos qui aliter locuti fuerint; in his enim non est difficultas solida physica sed tantum metaphysica & de modo loquendi.

Dices improbabile esse quod cum in corporibus permanenter coloratis idem semper videatur color sive sub majori sive sub minori lumine spectentur, quod inquam color, non sit aliquid in ipsis fixum & stabile. Nam lumen modò, intensum, modò volunt remissum, hoc est ut maximo impetu delatum, etiam ab eodem corpore remissum, aliam vibrationem pati deberet, quam cum minori impetu ad tale corpus appellit, experientiâ tamen constat semper eundem colorem videri, sub quocumque lumine.

Respondeo Primò in coloribus apparentibus per trigonum eandem difficultatem fieri posse, nam experientiâ constat sub quocumque lumine, sive remisso, sive intenso, eosdem in trigono colores spectari; nihilominus certum est, omnesque fatentur in trigono colores nihil esse, nisi aptitudinem aliquam, ad tali & tali modò ordinandos luminis radios. Secundò falsum est quod iidem omnino colores appareant in majori & minori lumine, nam etiam pictores dum aliquid illuminatum exhibere debent, aliis utuntur pigmentis quàm uterentur si idem objectum in umbra exhiberent: immò dum per lentem vitream in cubiculi clausi fenestra positam, transmittuntur species visibiles ut vocant, notatur in charta alius color objecti illuminati, alius ejusdem objecti in umbra existentis, licèt maneant in eadem specie, viridis, vel rubei.

Objicitur tertiò. Vibratio luminis in qua colorem consistere dicimus non est aliquid sensu perceptibile, sed color est aliquid sensu perceptibile, ergo ea non est color.

Major probatur quia hæc vibratio ita minuta, est ut fugiat omnem sensum. Resp. vibrationem illam esse perceptibilem à sensu non tamen cum ea distinctione, qua distingant unum ejus motum ab alio, hoc est itum ejus à reditu, immò in vibrationibus communibus quæ fiunt in chordis minutioribus oculus eas non distinguit, sensus tamen judicium fetet, & distinguet inter unam vibrationem & aliam, hoc est inter unum colorem & alium; fatior tamen est vibrationem illam non vocare colorem hoc est colorem in actu primo, qui communiter est in objecto, estque dispositio illa pororum & partium,ad reflectandum tali modo lumen idonea Ao verò debeant dici tales etiam colores esse in trigono, respondeo non debere dici, eò quòd non ex omni parte, & sub omni angulo lumen eò modò remittat quò requiritur, ut dicatur talis color; denominatio autem sumitur ex potiori parte. Cùm ergo ex una tantum parte eam in lumine modificationem producat, quæ propria est talis coloris, non propterea debet dici inesse trigono talis color.

Quomodo dicendum sit in sacrosancto Eucharistiæ Sacramento, nempè an color remaneat. Respondeo facilè manere eandem texturam quantitatis quæ erat antea, in qua colorem in actu primo consistere diximus, nam si lumen sit corpus, illi resistitur per quantitatem, neque in eo video difficultatem nisi in modo loquendi: intelligo in illa opinione quæ reliqua accidentia admittit. Nam qui omnes qualitates negaret maximam in explicando Eucharistiæ Sacramento pateretur difficultatem. Ideòque jure reprehenduntur Cartesiana figmenta, quod cum sacrosancto Eucharistiæ sacramento non congruant.

Cum matheses nostra ab opinionibus philosophicis sint independentes, eas tantum retuli ut melius quæ sum dicturus intelligantur, quam quisque voluerit sequatur parum interest ad institutum meum.

PROPOSITIO I.

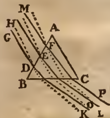
Theorema.

In prismate triangulari, ad magnam distantiam, vividiores apparent colores, quàm ad parvam.

Postquàm ea delibavimus quæ ad physicam rationem colorum apparentium pertinent, æquum est, ut ad materiam nostram procedamus, & quæ sunt nostri juris prosequamur. Explicabimus igitur hoc & sequentibus propositionibus varia quæ his coloribus accidunt, tam circa eorum figuram, quàm circa alias circumstantias.

Primò ergo sit hæc proprietas explicanda: unde eveniat, ut si lumen solare trajectum per triangulare prisma excipias in charta ad parvam distantiam, non erit coloratum, nisi in extremitatibus in spatiis verò intermediis aut nullos, aut modicus color apparebit, si verò eandem chartam à trigono removeas, colores meliùs emicabunt.

Suppono id quod jam supra explicui, radios solares, summamus extremos, seu qui ab utroque solis limbo procedunt, (possunt autem cogitari intermedii) intersecari in singulis prismatis punctis, & post duplicem refractionem, ita colora-



ri, ut superioris limbi radius verbi gratiâ HD colorem referat rubeum; qui,à limbo inferiore ut GD, cæruleum. Pono dispositionem trigoni qualem in figurâ inspicere potes. Ostendimus itera alios radios procedentes ab eodem limbo superiore invicem parallelos esse propter maximam solis,à terra distantiam;& consequenter æquales pati refractiones & eodem modo colorari, idem dicendum de radiis inferioris limbi qui omnes cæruleo colore fulgent. In parva autem distantia radii intermedii miscentur, ut in puncto L, unde in eo puncto erit permixtio radiorum pertinentium ad omnes colores, necessarium autem est ut sequatur confusio nullusque color appareat. In majori verò distantia, radii se extricant pertinentes

que

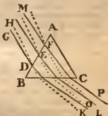
que ad eundem colorem procedunt paralleli possuntque obtinere saltem spatium æquale faciei trigoni. Nam si in figura producerentur omnes radii, videtes omnes lineas plenas, se expedire à radiis per punctum delineatis, & quò longius discesseris, eò plures se extricabunt.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Si partem faciei prismatis vitrei tegat corpore opaco in longum porrecto, in parva distantia repetetur bis, aut ter idem ordo colorum, in magna unicus erit ordo.

In eodem prismate triangulari supponatur tegi punctum E, reliquáque puncta ipsi respondentia, secundùm lineam rectam extensam in longitudinem prismatis. Cessabunt radii EO, EL, qui miscebantur cum radiis F O, D L, eósque con-



fundebant; quare radius DK, extremus qui nunquam confusus est repræsentabit colorem rubeum; radius DL, qui incipit per hujusmodi interceptionem radii EL esse distinctus, & impermixtus cum aliis, & colorem cæruleum sibi proprium exhibebit, idem dicito de radio F O, qui antequam interciperetur radius EO, eum eo confundebatur.

Ad magnam tamen distantiam id non evenit, Nam radii omnes paralleli, ab aliis se extricant ad magnam distantiam, eúntque radii E P, EO, DL contigui, fient pariter radii FO,EL,DK contigui erunt, & separati ab aliis. Quare si tegatur punctum E, cessabit quidem in aggregato radiorum pertinentium ad colorem rubeum, radius unus; & pariter in aggregato radiorum cæruleorum alius radius; neque tamen aggregata ipsa locum, aut ordinem mutabunt. Igitur si tegatur pars faciei alicujus prismatis triangularis, vittâ aliqua secundùm ejus longitudinem extensa in parva distantia, fient plurimi colorum ordines, in magna verò unicus erit ordo. Quod erat demonstrandum, & colores dilutiores erunt, & consonat experientia.

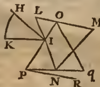
PROPOSITIO III.

Theorema.

Generantur per prisma triangulare colores apparentes, non secundùm aliquam inclinationem consistentem in aliquo gradu, sed in maxima etiam latitudine.

Exponatur Soli prisma triangulare O P q, sitque Sol H, ita ut generentur colores apparentes: dico quod si Sol descendat pluribus gradibus, forè ut similes colores appareant.

Primò quidem experientia id ostendit. Observavi enim Sole supra horizontem elevato gradibus circiter 45. qualis est angulus H I K, ita ut radius solaris esset H I, trigono LMN ita dispo-



sito ut ejus unum latus M N esset parallelum horizonti; radium per N, cuspidem inferiorem transmissum exhibere colores Iridis, & detorquendo trigonum, ita ut punctum L transeat in punctum O; & trigoni latus P q fiat ferè parallelum horizonti; notavi radium per cuspidem P, transmissum seu eundem radium H I colorati. Videamus autem quam inclinationem habeat radius H I, cum latus LM sit parallelum horizonti, hoc est lineæ K I, erunt anguli alterni M L I, L I K æquales; est autem angulus L graduum 60. angulus nempè trianguli æquianguli, seu tertia pars duorum rectorum, est ergo angulus KIL graduum 60. & cum angulus K I H esset 45. angulus H I L erit graduum 15. & complementum ejus 75 inclinatio. Notavi secundò eosdem colores generari, latere P q ferè parallelo horizonti. Ponamus deficere gradibus 10. ita ut PR, esset parallela horizonti & angulus R P q 10 graduum, erit ergo angulus RPI graduum 70, cui alternus PIK, erit æqualis. Addatur angulus KIH graduum 45. erit ergo angulus P I H graduum 115. à quo si auferas gradus 90. erit inclinatio graduum 25. igitur secundum hanc experientiam ab inclinatione graduum 25. ad inclinationem graduum 75. apparebunt colores iridis. Quod intelligendum est circum circa, neque enim observatio fuit exacta; sed tantùm quæ intenderet experiri an sub determinato aliquo gradu solùm, apparerent colores. Animadversum est autem eundem colorum ordinem in tota illa latitudine observari, nisi quod nonnunquam colores essent paulò latiores.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

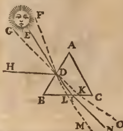
Quomodo se habeant radii transmissi per trigonum in variis inclinationibus.

Considerabimus in hac propositione radios extremos solis cum centrali. Sit ergo triangulum ABC, soli expositum sitque radius ED centralis, & inclinatio H D E, graduum 30. cui ab aëre ad vitrum in tabulis refractionum respondet angulus refractus 19. 30. cujus complementum erit angulus BDI, nempè 70. 30. & quia angulus B est graduum 60 angulus DIB, reliquus ad duos rectos erit graduum 49. 30. cujus complementum 40. 30. erit inclinatio radii D I ad superficiem BC,

BC & quia angulorum refractorum finus fe habent ut finus angulorum inclinationis (*per primam Dioptrices*) fi fiat invertendo quia proceditur à denfiori ad rarius, ut finus 19. 30. ad finum 30. ita finus 40. 30 ad finum 76. 36. illius complementum graduum 13. 24. erit angulus NIC nempè grad. 13.24.

Simili methodo habebimus reliquos angulos nempè angulum MLC graduum 14.7.
angulum NIC graduum 13.24.
& angulum OKC graduum 12.38.
Eft ergo differentia inter MLC, & NIC mi.43.
Et inter angulos NIC, & OKC mi.46.

Item angulus LDI eft min.9. cui ferè æqualis eft angulus IDK. atque hæc dum inclinatio radii centralis erit graduum 30.



In quo vides obfervari id quod diximus fupra' Nempè minùs difpergi radium inferiorem qui rubeum colorem exhibet quam fuperiorem.

Expendamus in aliis inclinationibus verbi gratia in ea in quâ radius me lius ED inclinatur gradibus 40. radius FD. grad 40.15. & radius GD grad.39.45. fubductis calculis invenio angulum CKO effe gr.31.25. angulum CIN graduum 32. 46. angulum MLC graduum 32. 5. unde differentia inter primum & fecundum erit min.21. differentia inter fecundum & tertium ubi rubeus color erit min.19.

In inclinationibus gr.49.45.gr 50.& gr.50.15. fubductis calculis invenio angulum OKC effe gr. 41.44. angulum NIC effe graduum 42.59. & angulum MLC effe grad. 43. 13. differentia primi à fecundo ubi color cæruleus eft min.15. fecundi à tertio ubi color rubeus min.14.

Poffem cæteras omnes inclinationes perfequi, mirum autem eft quod tam modica inæqualitas inter divaricationes radiorum tam mirabilem effectum producat.

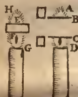
PROPOSITIO V.

Theorema.

Color determinatus non fibi vendicat determinatum angulum.

In figura fuperiori fit color rubeus repræfentatus per radium LM, procedatque à folis margine fuperiori; dico, talem colorem non fibi vendicare angulum aliquem peculiarem,verbi gratia non determinari ad talem colorem per determinatam inclinationem. Ponatur enim radius FD, colorem rubeum generans inclinari ad fuperficiem AB gradib.40 15.radius ED gradibus 40.& radius GD gradibus 39.45. dico fi ita moveatur trigonum, ut radius FD colorem rubeum repræfentans inclinetur tantum grad.39.45. habeatque eam inclinationem, quam priùs habebat radius cæruleum colorem producens, non definet colorari colore rubeo, alioquin non femper illa folis extremitas colorem rubeum repræfentaret,& quæ priùs apparebat cum rubeo colore, in eadem ferè difpofitione trigoni, tranfiret in cæruleum,fed hoc eft contra experientiam. Nam in omni cafu extremitas magis inclinata ad primam trigoni fuperficiem repræfentat colorem rubeum, minus inclinata cæruleum. Ut quilibet experiri poteft, & nos notavimus quod fub illis omnibus inclinationibus indicatis fupra propofitione tertia. Idem colorum ordo obfervatur; quamvis fucceffivè idem radius, per motum trigoni per omnes inclinationes tranfeat.

Immò experti fumus in face fatis magna, per trigonum vifa, cujus facis fuperior limbus rubeus erat, & inferior cæruleus; quòd tegendo partem illius fuperiorem, non propterea definebat color rubeus fed defcendebat, ita ut in confinio feu extremitate fuperiori partis detectæ,femper appareret color rubeus. Sit enim flamma candelæ AB, primò omnino detecta, erit in A, color rubeus, hoc eft radius ex A procedens, & per trigonum



tranfmiffus cum inclinatione requifita, tranfit in colorem rubeum, inferior verò qui ex D in cæruleum; cæteri verò qui intermedii, apparebunt; in B & C. in B quidem flavus, in C viridis. Si tegatur pars AB,hoc eft intercipiatur radius A; color rubeus defcendet in B. & flavus deferet partem B, & defcendet, perfeverantibus coloribus cæruleo in puncto D, & viridi in C.

Si verò intercipiatur,& tegatur pars CD,color cæruleus afcendet in C,& viridis ei fuperponetur. Pariter fi flamma GH fit tota detecta, erit rubeus in H,& in G cæruleus. Dividatur per medium,ita ut tegatur illius pars EF,in F,erit color rubeus exinde defcendêdo flavus.in puncto E,apparebit color cæruleus quem fequetur viridis, fictque duo colorum ordines:igitur radius quilibet cum eadem inclinatione, ad fuperficiem trigoni poteft modò unum, modò alium colorem repræfentare, ergo nullus ex coloribus apparentibus peculiarem fibi angulum vendicat, quod erat demonftrandum.

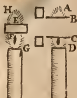
PROPOSITIO VI.

Theorema.

Quilibet radius determinatur à vicinis, ut potius unum colorem exhibeat, quam alium.

Confideretur quilibet radius verbi gratia, radius procedens

procedens ex B, dico eum radium determinari à vicinis ad hoc ut potiùs unum colorem, quàm alium exhibeat. Nam ut dicatur determinari à vicinia, ad hoc ut potiùs unum colorem repræsentet, quàm alium; nihil aliud requiritur nisi ut ex varia conjunctione vicinorum radiorum cum ipso, non coincidentium, modò unum, modò alium colorem exhibeat. Sed hoc accidere manifestè convincit superior experientia. Nam idem



radius B, qui detectâ totâ face flavus erat, si tegatur pars AB, ita ut in eo sit confinium lucis & umbræ & lux sit inferior, umbra superior exhibebit rubeum colorem; si verò pars BD tegatur, ita ut in B, sit confinium ejusdem lucis & umbræ, & umbra sit superior, dabit cæruleum, si tota ED non tegatur in eo erit color viridis. Ergo quilibet radius juvatur à vicino ad hoc ut unum colorem potiùs repræsentet quam alium. Pariter facis GH tegatur pars EF, dividatúrque obice EF in duo luminosa, exurgent duo colorum ordines, in H erit rubeus color, in E cæruleus & alii intermedii. Rursus in F erit color rubeus, & in G cæruleus, & quot erunt luminis interruptiones, tot erunt repetiti colorum ordines, quæ omnia experientiæ probant. Ergo præter eam inclinationem respectu trigoni, in quo radii inæqualiter disperguntur, radius quilibet à vicinis, juvatur & determinatur, ut hunc potiùs quam illum colorem repræsentet. Quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Eo experimento facilè comprobatur, interruptionem aut separationem, non nihil violentam, à vicinis radiis posse aliquem colorem lumini tribuere, scilicet distractionem illam, in eo vibrationem & tremorem aliquem producere, ita ut alio modo vibretur lumen, dum ab uno tantum radio separatur, hoc est ab una tantum parte, quam si hinc inde à duobus circumstantibus sejungeretur. Cartesius item ex hac experientia aliquam suæ opinionis confirmationem habere potest. Nam cùm existimet colorem rubeum provenire, eò quòd cum radius inæqualiter à circumstantibus comprimatur, motum rotationis in quo colorem consistere existimat, acquirat; ex eo sequitur, quod radius, qui cum hinc inde aliis duobus ambiebatur colorem flavum referebat, cum unicum tantum tangit, multò velocius rotetur fiátque color rubeus. Habet tamen instantiam contrariam secundùm sua principia, quia in colore cæruleo idem accidit, cum tamen existimet colorem cæruleum consistere, in eo quod globulus luminis minimum habeat motum rotationis, hoe est in eo motus rectus superet motum rotationis, videretur tamen eam rationem minuere esse, dum utrimque aliis globulis tangitur, quam si ex una tantum parte comprimatur. Atque hæc in utramque tantum partem dici possunt. In opinione communi existimante lumen esse qualitatem, vix invenire possum rationem cur radios qui tinctus est colore verbi gratiâ rubeo, si illi addatur alius vicinus qui in eodem cum ipso subjecto, non erit; sed tantum in vicino verbi gratiâ aëre jam incipiat alio colore fulgere. Si addantur ex una parte plurimi radii fitque extremus, ex illa parte denuo fiat rubeus, si ex alia parte plurimi addantur radii, fiátque extremus versus illam partem fiat cæruleus, fiet in utroque casu tam bene impermixtus cum aliis. Quare vix invenio ubi pedem figam, nisi dicatur ex conjunctione cum alio radio vicino, aliam exurgere interruptionem, quæ antea non erat. Fateor quidem inter hunc priorem radium, & alium de novo accedentem posse fieri aliquam interruptionem, sed non video, cur nova sit interruptio, in ipso radio jam præexistente, nisi dicatur dum nova luminosi pars detegitur; qui est modus novi radii adjungendi, mittat radios in omnem partem, (hoc est ex omnibus partibus educat lumen: quia in vitro semper fit aliqua reflexio, in partibus insensibilis, aliquid luminis accedere priori radio, ideoque novæ exurgant interruptiones. Quidquid tamen sit de his opinionibus quæ philosophicæ sunt, constat tamen propositio nostra mathematica radium quemlibet determinari à vicinis, ut colorem aliquem referat.

PROPOSITIO VII.

Objecta illustria satis magna non apparent colorata nisi in extremitatibus, aut in medio fiat aliqua umbra.

Sit aliquod objectum valde illustre satis magnum, verbi gratiâ murus uniformiter dealbatus, dico si tale objectum respicias trans trigonum vitreum, colores apparituros tantum in extremitatibus, & ubicumque erit umbra aliqua. Nam (*per primam hujus*) trajecto lumine per prisma triangulare, in parva distantia radii ad diversos colores pertinentes permixti sunt, solique extremi sejuncti sunt; igitur in medio color nullus, aut modicus apparere debet. Hæc ratio non convincit, immo videtur esse sophistica. Nã licet radii pertinentes ad diversos colores in medio permixti sint, eos tamen separat crystallinus, qui omnes parallelos, & pertinentes ad eandem subjecti partem unit in eadem parte retinæ. Unde non est eadem ratio colorum exceptorum in charta, & exceptorum in retina, eò quòd ante chartam, non apponatur lens crystallina quæ radios parallelos uniat. Quare ad alia principia necessariò debemus recurrere, nempe quod radii intermedii, à vicinia confertis & multis adjuventur; & quasi corroborentur ex quo fit, ut nullus color apparere possit. Unde dicendum est lumen tantum in umbram desinens posse habere eam aut distractionem, aut interruptionem, aut vibrationem quæ ad colores pertinet, unde si processus luminis sit à mera luce, & vivida ad umbram ea ex parte qua radii minua, & minus disperguntur, fit etiam processus à mera luce ad flavum, & à flavo ad rubeum; si vero

processus

processus ille fiat à luce plena, ad umbram versus eam partem quâ radii magis, & magis disperguntur, sic etiam processus à luce candida ad viridem, purpureum, & cæruleum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Singuli ordines à luce pura, ad limbum sive rubeum, sive cæruleum non obtinent dimidiatum gradum.

Hæc propositio potiùs habetur experientiâ, quam aliqua ratione à priori, si enim quilibet spectet objectum in quo sit aliqua umbra, spectabit umbram illam colorari vel rubeo colore, vel cæruleo, videbit autem zonam illam coloratam, nempe à luce candida & pura, ad usque rubeum limitem non excedere minuta circiter viginti, hoc est sub angulo circiter 20 minutorum.

Si verò sit objectum illustre, hinc inde terminatum geminâ umbrâ, quod aspiciatur sub angulo semigradûs, aut ad summum quadraginta minutorum, illud inquam objectum à medio, in quo nonnihil lucis meræ, & puræ apparebit ad utrumque marginem, sive cæruleum, sive rubeum, via obtinebit viginti minuta.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si objectum illustre trans trigonum vitreum, spectatum variis umbris interrumpatur, color rubeus in singulis eandem partem obtinebit.

Sit objectum illustre verbi gratiâ cancelli AE, interrupti variis umbris GD, FC, quas efficiunt



regulæ ex quibus componuntur. Si sub AH, sit color rubeus, erit item color rubeus sub GD, & sub FC item rubeus; supra EB erit color cæruleus, supra CF, & GD. Pariter color cæruleus apparebit. Nam rectangulum AG, habet vicem unius objecti, in quo si radii superiores minus dispergantur, quam inferiores, in superiori parte erit rubeus color, & supra GD cæruleus. Rectangulum item DF, habebit vicem alterius objecti, in quo pariter radii superiores minus dispergentur, quam inferiores: quare immediate infrà umbram GD erit color rubeus, & immediatè supra umbram CF, erit color cæruleus, idem dicito de alia parte BF. Si verò neque in GD, neque in FC, esset ulla interruptio, totum objectum AE, se haberet per modum unius objecti, & quia rubeus color semper est prope umbram, ex ea parte in qua radii minus disperguntur in AH tantum erit rubeus color. Pariter quia cæruleus color semper est prope umbram, ex ea parte in qua radii magis separantur, ab invicem in BE tantum erit color cæruleus. Unde qui colores iridis cum successu jucundo per trigonum videre cupit, is aspiciat objectum aliquod multis umbris interruptum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Radii colorati lente concava excepti dilatantur; lente polyoptra separantur, retinéntque suum colorem, lente verò convexa in ipso foco suum amittunt colorem, eúmque post focum recuperant.

Sint radii colorati, ex transmissione per prisma triangulare; hos primum excipe lente concava: dico fore ut dissipentur, seu dilatentur, suum tamen retineant colorem. Nam proprium est lentis concavæ, ut radios parallelos distrahat seu divaricet, divaricatos adhuc magis distrahat, & hoc uniformiter; ergo non magis miscebuntur radii, quàm antea miscebantur, eodemque modo inæqualiter ad se accedent, quare suum colorem conservabunt. Fient tamen dilutiores; quia quoties magnum spatium, non multo colore tingitur, colorem evadere dilutiorem necesse est.

Secundò excipiantur iidem radii colorati lente polyoptra, distrahentur, seu separabuntur, singulæ tamen partes suum colorem retinebunt. Quamvis enim dum deest, aut intercipitur unus radius, antequam coloretur, seu incidat in prisma triangulare; alius plerumque suum mutat colorem ut diximus, id tamen non accidit post colorationem semel susceptam: quam enim in ipso transitu per prisma etiam ex aliis vicinis impressionem habuit quilibet radius, hanc semper retinet. Verum quidem quod si conjungantur plures radii diversæ colorationis fit aliqua media, & sæpe nulla coloratio, post separationem tamen quilibet suam propriam conservat. Unde si lentem convexam apponas radiique uniantur, in ipso foco; nullus erit color propter mixtionem radiorum diversæ colorationis. At verò post separationem quilibet radius proprio colore fulgebit.

COROLLARIUM.

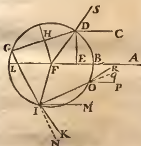
Ex hoc methodum habebis colorandi totum aliquem parietem, si enim plurima trigona, ita inter se coaptes ut eundem situm respectu solis obtineant, transmissosque radios excipias plurimis lentibus concavis inter se coaptatis paries ferè totus diversicolor apparebit. Si loco lentium concavarum, polyoptras substituas, totus paries variis quasi margaritis diversicoloribus interstinctus videbitur.

Atque hæc sunt quæ de trigono dici potuerunt; quæ si exactè demonstrata non sint, sufficient tamen ad intelligendum, quid fiat in trigono, & quomodo radii se habeant.

DE IRIDE.

Suppono primò, Experientiam ſupra relatam nempe quod in ampulla vitrea aqua plena colores Iridis appareant, circa angulum quadrageſimum primum, & hoc per duplicem refractionem & unicam reflexionem. Ita tamen ut radius qui pingitur colore cæruleo, productus ulteriùs, paulò minorem angulum, cum axe comprehendat quàm qui colorem rubeum exhibet. Idem proportione dicendum eſt per duplicem reflexionem circa angulum 52 aut 54', colores Iridis apparent, ita ut radius qui cæruleum repræſentat productus paulò majorem angulum comprehendat cum axe, hoc eſt cum linea à Sole per centrum ampullæ ducta, quàm radius qui coloratur colore rubeo.

Tota difficultas quæ poteſt in hac materia fieri, in eo poſita eſt, ut aſſignemus aliquam rationem, propter quam potiùs ſub angulo graduum 45, quàm ſub aliquo alio colorentur radii ſolares per unicam reflexionem & duplicem refractionem. Carteſius exiſtimat, rationem eſſe, quod ex omnibus radiis, qui per duplicem refractionem & unicam reflexionem, ad noſtrum oculum pervenire poſſunt, qui ſub angulo graduum 45, ad nos perveniunt ſint conſertiores, idque probat Trigonometricè. Quod ut præſtet quærit omnes angulos qui fieri poſſunt.



Proponatur ſphæra vitrea DGI, ſitque ejus axis AF radius ſcilicet à Sole per centrum ſphæræ ductus. Incidatque alius radius DC ipſi parallelus, hoc eſt à Sole ductus (parallelæ enim ſunt omnes lineæ à centro Solis ad diverſas terræ partes, ductæ; propter maximam Solis à terra diſtantiam) hunc radium magis, & minus removebimus, ab axe AF, ut experiamur varios caſus. Ita igitur removeatur ut linea DE, ſinus rectus arcûs DB, ſit partium 9000. qualium ſemidiameter eſt 10000. hoc eſt ſit arcus BD circiter graduum 64, 10. fiatque refractio in puncto D, qualis in aquâ contingit. Sitque radius DG refractus. Dividatur linea DG bifariàm in puncto H, ducaturque linea FH. Primò linea DE eſt ſinus anguli DFE, cui æqualis eſt angulus inclinationis SDC, lineæ enim DC, AF ſunt parallelæ. Item linea HF, eſt ſinus anguli refracti HDF, & HD eſt ſinus complementi ejus nempe anguli HFD. Eſt autem ratio anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti in aqua, ut 4 ad 3 aut 25 ad 18. aut ut 250 ad 187. Fiat ergo ut 250 ad 187, ita 9000 ad HF; 675. innoteſcetque angulus HDF grad. 42, 18, & HFD ejus complementum grad. 47, 42; & conſequenter totus arcus DG erit graduum 95, 24. cui æqualis erit arcus GI, propter æqualitatem angulorum incidentiæ & reflexionis (fit enim reflexio in puncto G ut ſupponimus) eritque angulus inclinationis GIF, æqualis angulo GDF. Tota autem circumferentia facilè innoteſcit additione arcus BD grad. 60, 10, & arcus 95, 24. bis ſumpti, erit ergo graduum 255, qui ſi auferatur à circulo reſtabit arcus IB graduum 105. Quæratur angulus NIM, qui æqualis eſt angulo ALI, angulus autem BFI æqualis eſt duobus oppoſitis (*per* 32.1.) quare erit graduum 105. & angulus FIL, æqualis angulo refracto GDF, 42, 18; quare angulus NIM erit 64, 42, angulus inclinationis in puncto D erat 64, 10, angulus refractus FDG inventus eſt 42, 18, refractio erit circiter 22. Quando autem fit refractio à medio denſiori ad rarius, mutatur angulus refractus in angulum inclinationis, eademque eſt refractio quæ fuerat in caſu contrario; nempe dum fiebat tranſitus à rariori ad denſius. Quare in puncto I angulus refractionis NIK erit graduum 22. qui ſi ſubtrahatur ex angulo NIM jam cognito nempe 64, 42, reſtabit angulus KIM graduum 42, 42, qui quærebatur.

Hoc modo conſtituemus tabulam integram ſumendo lineam DE, modò majorem, modò minorem, per intervalla æqualia, & perſequendo omnes caſus, ut videamus in quibus caſibus ſint conſertiores radii, quod unum quærebat Carteſius.

Quia autem non tantùm unica reflexione, ſed etiam duplici videntur colores, ideò ulteriùs proſequi debemus radium GI, cujus aliqua pars refringitur in IK, alia verò reflectitur in IO, eritque pariter arcus IO graduum 95. 24, propter æqualitatem angulorum, in reflexione facta in puncto I. Si ergo auferas ter 95. 24. & arcum DB jam cognitum 64. 10. reſtabit arcus OB 9. 38. angulus inclinationis in tali caſu erit IOF, æqualis angulo HDF 41. 18. huic etiam æqualis eſt angulus FIO, (*per* 5. 1.) item angulus GIF. Quare totus GIO, illius duplus erit 84. 36. invenimus autem angulum NIM grad. 62. 37. ſi ergo aggregatum ex angulis GIO, NIM, ſeu 143. 13. auferas ex duobus rectis, reſtabit angulus MIO, cui æqualis eſt qOP graduum 32. 49. refractio autem eſt ſemper eadem cum eadem ſit inclinatio, nempe 21. 59. eſt autem refractio angulus ROq, qui ſi addatur angulo qOP, fiet totus angulus ROP 54. 48. erit igitur 54. 48. unus ex angulis quos faciet cum axe aliquis radius pertingens ad oculum poſt duplicem refractionem & reflexionem.

Linea

Linea ED	Arcus DG Gr.	M.	Anguli KIM. Gr.	M.	Angulus ROP Gr.	Mi.
1000.	171.	25.	5.	40.	165.	45.
2000.	162.	48.	11.	19.	151.	29.
3000.	154.	4.	17.	56.	136.	8.
4000.	145.	10.	22.	30.	122.	4.
5000.	136.	4.	27.	52.	108.	12.
6000.	126.	40.	32.	56.	94.	44.
7000.	116.	51.	37.	26.	79.	25.
8000.	106.	30.	40.	44.	65.	45.
8100.	105.	25.	40.	58.	64.	37.
8100.	104.	20.	41.	10.	63.	10.
8300.	103.	14.	41.	20.	62.	64.
8400.	102.	9.	42.	26.	61.	43.
8500.	101.	2.	41.	30.	60.	32.
8600.	99.	56.	41.	30.	58.	26.
8700.	98.	48.	41.	28.	57.	20
8800.	97.	40.	41.	22.	56.	18.
8900.	96.	32.	41.	12.	55.	20.
9000.	95.	22.	40.	57.	54.	25.
9100.	94.	12.	40.	36.	53.	36.
9200.	93.	2.	40.	4.	52.	58.
9300.	91.	51.	39.	26.	52.	25.
9400.	90.	38.	38.	38.	52.	0.
9500.	89.	26.	37.	32.	51.	54.
9600.	88.	12.	36.	6.	52.	6.
9700.	86.	58.	34.	12.	52.	46.
9800.	85.	43.	31.	31.	54.	12.

Simili methodo omnes casus persequemur, unde tabulam conficiemus, qualem hic subjeci. In qua notandum est, quod plures radii respondeant angulo circiter 41. in unica reflexione, & angulo circiter 54. in duplici reflexione quam quibuslibet aliis angulis; partes enim æquales lineæ ED, denotant radios solares incidentes æquales. Certum est autem quod circa numerum 8000. Non tam mutantur anguli, quam in aliis locis. Nam initio in singulas millenas partes lineæ E D, mutantur anguli quinque gradibus, postea verò in singulas millenas mutantur tribus. Circa numerum 8000. anguli primariæ Iridis non mutantur uno gradu, sed manent in quadragesimo, & quadragesimo primo gradu, In secundaria Iride circa numerum 9000. iidem anguli repræsentantur 51. 53.54. vult ergo Cartesius in primaria Iride circa angulum graduum 40.& 41. plures in oculum incurrere solares radios bis refractos, & semel reflexos, quàm circa quemcúmque alium angulum; atque ita corroborari tales radios. Hanc tamen rationem non esse solidam satis liquet, quia radii solares quantumlibet uniti lente convexa, aut speculo concavo, colores nullos exhibent. Unde alia nobis via tentanda est.

PROPOSITIO XI.

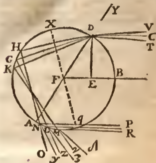
Theorema.

Radii solares inæqualiter disperguntur circa angulum gr.41. min.30.

Ex præsuppositis principiis circa trigonum facilè per Trigonometriam ostendemus circa angulum graduum 41. 30. pro primaria Iride radios solares inæqualiter distrahi, in quo supra voluimus positam esse colorationem. Ostendemus autem primò circa angulum graduum 41.30. id accidere, ostensuri postea circa alios id non accidere. Ponamus ergo lineam DE esse partium 8500. qualium semidiameter est partium 10000. atque adeo arcum D B, seu angulum D F B, item angulum oppositum YDC esse graduum 58.12.46. est autem angulus YDC, angulus inclinationis radii, eò quòd linea FDY, sit perpendicularis ad superficiem sphæræ. Quia autem Solis semidiameter apparens est circiter min.15. cogitentur radii Solis extremi DT, DV, eorúmque anguli inclinationis YDV grad.57.57.46. YET 58. 27. 46. fiat ut 250. ad 187. ita sinus singulorum angulorum inclinationis YDV, YDC, YDT ad angulos refractos sibi respondentes, invenientúrque anguli refracti ADK 39. 21.2. ADG 29.18.42. ADH 39. 36.25. & quia anguli prædicti fiunt in circumferentia, erunt arcus A K 78.42.4. AG 78. 57.24. A H 79.12.50. & reliqui ad semicirculum, K D 101.17.56. G D 101.2.36. HD, 100. 47.10. pariter ablato angulo refracto, ab angulo inclinationis habebitur refractio respondens radio DV graduum 18. 36. 44. refractio radii D C 18. 44. 4. & radii DT 18. 51. 11.

Ut habeatur angulus quem comprehendit ultimus radius cum axe, aut linea illi parallela, verbi gratia ut habeatur primo angulus Y N P; quæri debet angulus ONP. Ex quo auferenda est refractio O N y, quæ æqualis est refractioni factæ in puncto C, mutato scilicèt angulo refracto in angulum inclinationis, ita enim res se habet quoties fit transitus à densiori ad rarius. Radius qui prius refractus erat, transit in radium inclinationis. Ut autem habeatur angulus ONP ducatur linea X q parallela lineæ H N; eritque arcus qNHX semicirculus, & H X semidifferentia. Auferatur ergo

arcus HN, qui æqualis est arcui HD, ex semicirculo ut habeatur semidifferentia H X 39. 36. 25. quæ auferenda est ex arcu HD, graduum 100. 47. 10. relinquitur arcus XD 61. 10. 45. cui si addas arcum B D 58. 12. 46. erit arcus X B seu angulus X F B, aut H N P graduum 119.23 51. & reliquus ad duos rectos erit ONq 60. 36. 9. ex quo si auferas refractionem 18. 51. 21. respondentem radio DT, habebis angulum Y N q graduum 41. 44. 48. Simili methodo invenies angulum β L P graduum 41.29.16. & angulum δ M R graduum 41. 13. 36.



Recedit ergo radius δ M à radio L β min. 15. 40. & radius y N, ab eodem radio medio L β recedit tantum min. 15. 32. quare inæqualiter recedunt radii qui si nulla refractio & reflexio intervenisset æqualiter recedere debebant, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex præcedenti doctrina color rubeus erit in radio y N, & color cæruleus in radio δ M, quia plus divaricantur radii in δ M, quam in y N, quare sub minori angulo apparet color cæruleus nempè sub angulo 41. 13. color rubeus sub majori nempe sub angulo 41. 39.

Pariter si ponatur linea DE esse partium 9000. & consequenter arcus D B graduum 64. 9. 40. subductis calculis invenietur angulus Y N q graduum 41.3.36. angulus β L P 40.56.32. & angulus δ M R, graduum 40 45.0. Pariter plus recedit radius δ M, à radio β L nempè min. 11.30. quam radius y N ab eodem β L recedat, recedit enim tantum minutis 11. si linea D E, sit partium 8000. erunt ultimi radii seu anguli gr 40. min. 26. 40. & grad. 40. 45. 32. & graduum 41. 45. differentia inter 1. & 2. erit 18. 52. inter 2. & 3. gr. 18. 53.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Radii solares circa alios angulos præter circa angulum graduum 41. disperguntur æqualiter post unicam reflexionem, & duplicem refractionem.

Ut nihil desit ad probationem explicationis nostræ ostendere debeo sub aliis angulis radios

ua:

solares post duplicem refractionem, & unicam reflexionem, in sphæra aquea æqualiter dispergi. Sic enim ostendemus sub aliis angulis nullam colorationem generari. Assumo autem duo exempla, primum erit in quo linea D E erit partium 7000. qualium semidiameter erit partium 10000. quare arcus D B, seu angulus Y D C erit graduum 44. 25. 45. cui respondet angulus refractus ADG 31. 34 28. inclinationi YDV gr. 44.10.45. respondet angulus refractus A D K 31. 25. 15. denique inclin. YDT, grad. 44. 25. 45. respondet angulus refractus A D H 31. 43. 30. erúntque arcus KD 117. 9. 30. D G 116. 5. 4. H D 116. 23. 0. perfectáque tota operatione invenio angulum δMR, gr. 37.3. β LP gr. 37.26. & ang. Y N q gr. 37. 49. differentia utrobique minut. 23. quare radii æqualiter dispergentur.

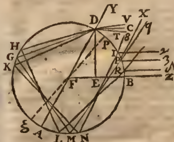
Secundum exemplum erit in quo linea DE erit partium 9500. angulus Y D C graduum 71. 49. subductis autem calculis invenio angulum δMR graduum 37. 26. 12. angulum β LP graduum 37. 36. 14. & angulum y N q grad. 37. 35. 14. differentia utrobique min. 5. quare ibi etiam æqualiter radii disperguntur. Cui licuerit per otium fas erit aliis in angulis experiri & ubique æqualitatem inveniet, aut saltem non tantam differentiam qualem invenimus circa angulum 40. & 41.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Post duplicem in sphæra aquea refractionem, & reflexionem, radius solaris circa angulum 54. dispergitur inæqualiter circa reliquos æqualiter.

Pro Iride secundaria experiri debemus, an circa angulum aliquem radii solares inæqualiter dispergantur, circa reliquos verò æqualiter. Methodus autem quærit angulum quem comprehendit cum axe, aut cum linea illi parallela, radius qui duplicem passus est refractionem, & reflexionem, secundùm diversas inclinationes. Verbi gratia po-



natur inclinatio Y D C esse graduum 44. 25. 45. ut accidit dum linea DE est partium 7000. radius incidens C D, refringatur in DG, reflectatúrque in G M, atque iterum in M P, & refringatur in PX, quæritur angulus XPβ. qui ita innotescet. Si fiat ut 250. ad 187. ita sinus anguli incidentiæ YDC, ad angulum refractum A D G, innotescet

angulus

angulus ADG, qui cum sit in circumferentia arcus AG, erit ejus duplus qui subductus à semicirculo relinquit arcum DG, arcus autem DG, triplus erit circumferentiæ DGMP, cui si addas arcum DB jam cognitum, eo quod supponatur linea DE, cognita; habebitur tota circumferentia BDGMP, quæ si superet circulum ablato circulo restabit arcus BP. Supponatur lineæ MP ducta parallela Fφ, erit arcus Pφ, semidifferentia arcûs MP à semicirculo ξBφ. Hic arcus Pφ additus arcui BP dat totum arcum Bφ, seu angulum φFB, cui æqualis est angulus qPβ, huic addatur refractio XPq, æqualis primæ refractioni factæ in puncto D, restabit angulus XPβ. Eâdem methodo habebis angulum θIγ, & angulum SRδ, atque ita invenio, supponendo lineam DE esse partium 7000. angulum majorem nempe θIγ graduum 80. 5. [illegible] 30. angulum XPβ. graduum 79. 24. 42. denique angulum SRδ graduum 78. 45. 30. unde differentia primi à secundo min. 40. 48. secundi à tertio 39. 12. hæc inæqualitas modica est. Faciléque ex neglectis tertiis provenire potest. Quare ibi nulla esse potest coloratio.

Si verò ponatur linea DE esse partium 8000. & consequenter arcus BD. gr. 53. 7. 50. subductis calculis invenio angulum θIγ, gr. 66. 18. 40. angulum XPβ gr. 65. 44. 52. & angulum SRδ gr. 65. 11. 10. differentia primi à secundo. min. 33. 58. secundi à tertio min. 33. 42. ibi etiam erit æqualitas & nulla coloratio.

Ponatur linea DE esse partium 8500. arcus BD 58. 12. 46. erit angulus θIγ. gr. 60. 4. 20. angulus XPβ gr. 59. 33. 20. & angulus SRδ gr. 59. 2. 2. differentia primi à secundo 31. 0. secundi à tertio min. 31. 18. ibi quoque erit æqualitas.

Supponatur linea DE esse partium 9000. & arcus BE gr. 64. 9. 40. erit angulus θIγ. gr. 54. 53. 20. angus XPβ. gr. 54. 26. 52. & angulus SRD gr. 54. 4. 26.

Differentia primi à secundo min. 26. 28.
Differentia secundi à tertio min. 22. 26.

Plus ergo recedit à medio radius qui majorem angulum comprehendit, quàm qui minorem.

COROLLARIUM.

Color cæruleus sub majori angulo, rubeus sub minori.

Ponatur denique linea DE partium 9500. & arcus DB, graduum 71. 48. 35. in ea hypothesi invenitur angulus θIγ. gr. 52. 12. 40. angulus XPβ. gr. 51. 57. 28. & angulus SRD. gr. 51. 42. 34.

Differentia primi à secundo min. 15. 12.
Differentia secundi à tertio min. 14. 54.

Quare in hoc exemplo erit æqualitas.

Solus angulus 54. aptus est ad secundariæ Iridis generationem.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Radius solaris, post duplicem in gutta sphærica refractionem sine ulla reflexione, colores Iridis repræsentat circa angulum graduum 23.

Sit radius solaris CD, ita incidens in guttam ut arcus BD sit graduum 41. 57. 30. facta regula proportionali ut 250 ad 187. ita sinus anguli gr. 41. 57. 30. ad quartum: habebitur angulus ADG præcisè graduum 30. Qui cum sit ad circumferentiam erit arcus AG graduum 60. & DG graduum 120. ad lineas FD, FG ducantur perpendiculares DH, HG, quæ tangent circulum in punctis

ctis D, & G, perficiatur igitur triangulum circumscriptum.

Demonstratio. Radius incidens C D, easdem pateretur refractiones in circumferentia DGA, ac pateretur in lineis tangentibus DH, HK, eò quòd in punctis D & G, circumferentia congruat cum tangentibus. Sed si essent lineæ tangentes seu superficies trigoni, hic radius coloraretur, ut supra ostendimus; ergo in hoc casu radius etiam colorabitur. Ut autem inveniamos angulum LEI, quem radius coloratus cum axe comprehendit, diximus angulum A D G esse graduum 40. huic autem æqualis est angulus FGD, (*per* 5. 1.) hic angulus F G D respectu trianguli FGI est exterior, unde (*per* 32. 1.) erit æqualis duobus oppositis GFI, G I F; habebitur autem facilè angulus G F I, seu arcus GM. Cum enim arcus DG sit graduum 120. arcus DB 41. 57. 30. erit totus arcus BEG 161. 57. 30. & arcus G M reliquus ad semicirculum gr. 18. 2. 30. quare angulus F I G erit 11. 57. 30. angulus item refractionis LGI, (qui æqualis angulo refractionis factæ in puncto D, cum angulus inclinationis F G D æquetur angulo refracto FDG.) facilè innotescet subducto angulo refracto F D G graduum 30 ex angulo inclinationis N D C 41. 57. 30. Quare totidem graduum erit angulus refractionis GDI; est ergo angulus GEM utrique æqualis (*per* 32. 1.) graduum 23. 55. & angulus LEI totidem graduum erit. Quod erat demonstrandum.

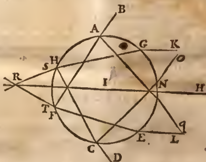
COROLLARIUM.

In guttâ sphærica post duplicem refractionem sine ulla reflexione, sub majori angulo videtur color rubeus, quàm cæruleus. Vidimus enim in trigono sub minori angulo comparativè ad superficiem trigoni spectari colorem rubeum, quàm cæruleum. Sit ergo radius GL repræsentans colorem cæruleum, erit radius G O exhibens colorem rubeum, & comprehendens cum superficie trigoni minorem angulum. Sed comparativè ad axem IM erit (*per* 16. 1.) angulus GPM. major angulo GEM, & consequenter angulus OPI, major angulo LEI. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Si gutta sphærica sole illustratur tres effundet superficies conicas coloratas.



Sit sphæra A, diaphana, vitrea, aut crystallina, solida, aut saltem aqua plena & illustrata. Dico fore ut tres conicæ superficies contextæ ex radiis solaribus coloratis exeant, quarum duæ per reflexionem regredientur, versus solem, unaque cum axe angulum comprehendet circiter graduum 41. secunda angulum 54. tertia denique in parte soli opposita, cum axe comprehendet angulum circiter graduum 23. Ostendimus enim quoties radius aliquis post unicam reflexionem in gutta factam, & ab ea exiens cum axe, aut linea illi parallela angulum 41. graduum comprehendit, toties loquam generari colorationem, in qua color rubeus locum exteriorem obtinet, sed si intelligatur conus, cujus superficies AB, CD, omnes radii in ejus superficiem cadentes ita se habent, volo enim radios AB, CD similiter inclinari, ita ut producti comprehendant cum axe angulum grad. 45. volo item Solem esse in linea IH, ita ut radii incidentes sint GK, LE, qui refracti in GH, EF, & reflexi in HC, & FA, iterum refringantur in AB, CD. Locus autem in quo exit talis radius seu arcus CM, erit graduum circiter 100. Eodem modo ostendemus in NO, Pq, radios coloratos è gutta egredi, comprehendentes cum axe angulum gr. circiter 54. esseque arcus MN, MP circiter graduum 26. idem dicito in R S T. Radii AB, C D primariam Iridem producunt, radii NO, Pq secundariam. Radii, RS, TR, coronam, ut ostendemus.

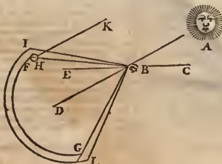
Hanc radiorum inæqualem distractionem excogitavit P. Grimaldi, non tamen eam examinavit rigorosè, ut præstiti præcedentibus propositionibus.

PROPO

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Sole lucente & minus quam grad. 41. elevato si pluat Iris necessaria apparet ad sensum circularis.



Jam versamur in materiâ mathematicâ, figuram enim Iridis attingimus. Sit igitur Sol in A. minus quàm quadraginta, & uno gradibus supra horizontem elevatus. Sit oculus respicientis B, ducatur linea A B, quæ ulteriùs intelligatur produci in D. Sit linea horizontalis C B E. Intelligatur aliquis conus B F G, cujus vertex oculus B, basis circulus FG, axis DB, & angulus FBD, sic circiter 41 graduum. Quia autem angulus ABC, supponitur minor quadraginta, & uno gradibus cui æqualis est ad verticem angulus E B D, erit angulus FBD major angulo EBD, atque adeò aliqua pars coni FG, extabit supra horizontem. Pluat ergo ita tamen ut Sol luceat & illuminet guttas decidentes, dico quod quæcúmque guttæ erunt in superficie coni F G, etiamsi tantum transeunter in eâ inveniantur, colores Iridis exhibebunt. Sit enim gutta H, ad quam à Sole ducatur radius HK, qui propter immensam Solis à terrâ distantiam parallelus erit axi ABD.

Demonstratio. (*Per* 13.4. *hujus*) omnis gutta, radiis solaribus perfusa, in eo situ posita, in quo radius à Sole ad ipsam ductus comprehendit angulum 41 graduum, cum linea ab oculo ad ipsam pertinentes exhibet colores; sed gutta H ita se habet. Cum enim radius KH, sit physicè parallelus lineæ B D, nam utérque à Sole procedit; (*per* 27. 1.) erunt anguli alterni D B H, K H B æquales; sed angulus H B D, supponitur graduum 41. Ergo & angulus K H B erit pariter 41 graduum: igitur gutta H repræsentabit aliquem colorem; immò successivè omnes induet. Nam (*per coroll. proposit.* 9.) sub angulo graduum 41. 51. videtur color rubeus sub paulò minori graduum 41. 30. viridis; si ergo intelligantur plures superficies conicæ, eundem habentes verticem B; quarum bases sint concentricæ, ita ut prima cum axe angulum graduum 41. 51. alia 41. 30. & altera graduum 41. 17. comprehendat, gutta H, successivè in illis superficiebus versabitur, variósque successivè angulos comprehendet, atque adeò varios colores induet. Hoc est, dum versabitur in superficie coni superioris rubeum; dum in superficie medii viridem; dum in superficie infimi cæruleum colorem repræsentabit. Quod autem nulla in Iride discontinuitas animadvertatur, ex eo provenit quod guttæ decidentes sint plurimæ, sibique invicem succedant. Neque verò opus est, ut in eodem plano versentur, modò in superficie coni ejusdem inveniantur; ex quo fit, ut cum tam remotæ, quam proximæ, eundem colorem exhibeant, lacunæ omnes, & hiatus implentur, nullaque appareat discontinuitas.

Hanc Iridis generationem variis experimentis comprobare possumus. Nam si radium per fenestram apertam transmissum, averso à Sole capite, frequentibus guttis irrores, & aspergas, eo ferè modo, quò fullones sumptam ore aquam flatu vehementi in minutissimas guttulas dispergunt, duplex apparebit Iris concentrica, & perfectè circinata. Fontes item artificiales in quibus aqua in minutissimum rorem depluit, Sole lucente Iridem semper rotundam exhibent.

Quod in molendinorum rotis accidit; ex quibus facilè formare licebit argumentum. Dum pluit, & Sol minus quadraginta & ono gradibus elevatus lucet, debet Iris apparere rotunda; si eædem tunc adsint dispositiones, quæ in recensitis casibus inveniuntur, in quibus generatur Iris rotunda; sed eædem omnino inveniuntur. Nempè guttæ decidentes, in quibus radius solaris, & linea ab oculo ad guttam pertingens angulum graduum quadraginta unius comprehendunt. Ergo Sole minùs quam quadraginta & uno gradibus elevato, & lucente si pluat apparebit Iris, quod erat demonstrandum.

Neque verò aliquid nocet permanentiæ Iridis, quod guttæ decidentes, perpetuò moveantur, dum in casum præcipitantur, cum aliæ aliis continuò succedant, eodem prorsus modo, ac fluvius idem apparenter perseverat, licèt continuò mutetur eò quòd sequentes aquæ prioribus succedant.

COROLLARIUM.

Figura nobis ad Iridis figuram nihil confert, cùm enim (*per præcedentem*) non in ipsa nube; sed

sed in guttis decidentibus quocúmque ordine depluant, modò in superficiem coni supra descripti incidant generetur Iris, ejusque rotunditas oriatur eò quòd eæ solæ guttæ quæ in tali superficie positæ sunt eum situm respectu solis & oculi obtineant, qui requiritur ad colores exhibendos; nubis figura ad hunc effectum non concurrit.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Iris non oritur ex nubis alicujus totalis refractione.

Dominus De la Chambre existimavit in rorida nube Iridem apparere per solam reflexionem, præsupposita tamen & interjecta alia nube, in qua solaris radius refringeretur coloresque varios indueret. Explicat autem suam opinionem variis experimentis. Nam cyathus vitreus aquâ plenus soli exponatur; in subjecto pavimento Iridem etiam rotundam producet, quæ undequaque in eo per reflexionem spectabitur. Idem accidit in sphæris crystallinis, & lentibus multum convexis, vult igitur aliquam nubem inter Solem, & locum in quo apparet Iris, interjici; quæ vicem cyathi habeat, in qua nempe per refractionem, radii solares tingantur, qui producti in roridam usque nubem in ea appareant colorati. Contendo autem multa esse, quæ hanc omnino opinionem convellant. Et primò quidem ex nubis interjectæ materia validam ut existimo deducam rationem. Nubes continua non est, sed ex variis corporibus & guttulis coalescit; quare falsum est quod per modum unius totalis corporis spectari possit: igitur refractiones in tali nube aliter spectandæ sunt ac in cyatho, aut sphæra vitrea.

Secundò vel illa nubes est compactior, vel texturam habet tenuiorem; si primùm radios solares intercipiet, nec ulterius produci sinet; si secundùm fateor quidem in ea posse radios tingi ut accidit in coronis; sed qui directè quidem ab oculo spectari possint, reflexè non item, utpote qui sint remissiores.

C

A B

Tertiò hæc nubes interjecta præcisè versari deberet inter Solem & oculum; nam experientiâ compertum est oculum versari in linea ducta à centro iridis ad Solem. Sit enim centrum Iridis A, oculus B, & Sol C. Ut hæc nubes æqualiter distet à singulis partibus Iridis, debet in eadem linea versari. Sed nulla talis animadvertitur nubes, alioquin nunquam nobis Sole lucente appareret Iris; cum tamen nunquam Sole respectu nostri obnubilato spectetur Iris.

Quartò ex figura, ut cyathus, aut lens vitrea Iridem in pavimentum orbicularem projiciat, debet esse sphærica; ita ut si aliam quamcumque figuram habeat eandem Iris imitetur, nam trajecto per trigona vitra, aut crystallina lumine, nunquam circulari in subjecto pavimento, aut opposito pariete Iris generabitur. Ideoque cum non nisi casu aliquo extraordinario possit accidere ut nubes in sphæram abeat; rarò admodum Iridem circularem haberemus, sæpius autem irregularis cujuscumque figuræ; quod tamen omni repugnat experientiæ.

Quintò aptiora occurrunt corpora ad Iridem hoc modo generatam reflectendam ad oculum quam sit rorida nubes; cur enim in ædificiis ab ipsa terræ superficie, & aliis corporibus quibuscumque reflecti non possent radii, jam priùs in nube opposita colorati. Neque enim prædictus author, regularem & ordinatam, reflexionem exigit; sed inordinatam qualem in scabris experimur corporibus. Atque adeò cum pleraque corpora aptiora sint ad hujusmodi reflexionem quam nubes rorida, in iis etiam faciliùs depingi posset. Quod autem paries verbi gratiâ ad hoc sit aptior quam nubes rorida experimento probabo. Soli enim objiciatur trigonum vitreum, ita ut trajectus radius coloretur, aspergatur aqua quantum volueris, nunquam tamen à guttis decidentibus colores reflectentur, ita exquisitè, ac perfectè, ac à pariete ipso, aut quolibet alio corpore.

Sextò nulla probabilis in ea hypothesi excogitari posset ratio; cur solis elevatione gradum quadraginta primum superante nulla Iris spectari possit; cur enim verbi gratiâ Sole in ipso vertice collocato, nubes non objicietur, quæ in subjecto solo Iridem exhibeat.

Septimò si in rorida nube, alia nubes per reflexionem spectetur eo modo, quo à cyatho in opposito pariete exprimitur, hæc Iris undequaque ab omnibus æqualiter videbitur, atque adeo si accidat, ut linea à Sole per oculos alicujus spectatoris ducta centrum illius attingat linea ab eodem Sole per alterius oculos producta longius ab ejus centro aberrabit, quod tamen omni experientiæ contrarium est.

Denique quid ulteriùs requirimus, aut ad ignotas causas, & dispositiones recurrimus, cum quotidie in aspersis, quacúmque ratione aquæ guttis, Iridem omnino circularem videamus, dummodo oculus noster, inter Solem & depluentem aquam ita versetur, ut sit vertex alicujus coni, cujus axis sit linea à Sole per oculum ducta, eo modo, quo supra descripsimus.

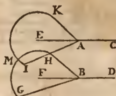
PROPO

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Quilibet oculus suam sibi peculiarem in rorida nube Iridem vendicat.

Sint plures oculi ad roridam nubem lucente Sole obversi, & notabiliter à se invicem distantes; dico unam eandemque Iridem ab iis simul spectari non posse, seu non in iisdem omnino nubis roridæ partibus respectu omnium colores Iridis spectatum iri.



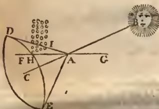
Sint enim oculi A & B, lineæ à Sole per oculos A & B ductæ, sint CA, DB, intelligunturque coni quorum vertices sint oculi A, & B; axes CAE, DBF, sibi invicem paralleli, saltem physicè, cum in Sole tantum conveniant; & lineæ KA, IA, item BH, BG angulum circiter graduum 41. cum axibus BF, AE comprehendant. Superficies illorum conorum se secabunt quidem, non tamen congruent omninò, ut satis per se patet, & consequenter non omnes guttæ quæ in superficie unius coni inveniuntur, in alterius superficie existent, sed tantum aliquæ utriusque coni superficiei communes erunt, quales sunt quæ in puncto M. (*Sed per* 14. *hujus*) Sole lucente respectu oculi A, Iris apparet in guttis existentibus in superficie coni IMKA; & respectu oculi B, in guttis existentibus in superficie coni GMHB, per præcedentem: ergo non in iisdem guttis omnino respectu utriusque oculi apparent colores Iridis, & propriè loquendo neque eadem est respectu utriusque oculi Iris.

COROLLARIUM I.

Moto oculo, movetur Iris. Cùm enim moto oculo alia fiat linea à Sole per oculum ducta, hæc autem linea sit axis illius coni in cujus superficie existunt guttæ Iridem exhibentes, & mutato axe alicujus coni, mutari conum necesse sit; alia erit superficies illius coni; seu occupabit aliud spatium, & consequenter aliam esse Iridem necesse est. Hinc rideas illos qui putant se posse metiri distantiam Iridis ab oculo; quod tamen impossibile est. Cum enim omnis ratio metiendi supponat rem eandem ex duobus locis spectari posse, ut ex diversitate aspectûs quem respectu duplicis illius stationis obtinet, de distantia judicium ferri possit; Iris autem eadem ex duplici loco spectari non possit; sed respectu duplicis spectatoris sit diversa, impossibile fit ut ejus ab oculo distantiam Geometrica methodo metiamur. Unde ad alias circumstantias recurrendum est, quæ sunt multum fallibiles. Nam si aliquando accidat ut unum Iridis cornu, alio sit vividius, vicinius etiam judicabitur. Pariter si unum cornu perfectum sit, & terram attingat, aliud verò imperfectum; primi distantia facilè determinabitur, secundi non item, sed ut plurimum decipientur oculos, qui illud cum remotioribus corporibus, quibus respondet conjunget, licèt ab iis longo absit intervallo.

COROLLARIUM II.

Sole altiore, deprimitur Iris, & depresso attollitur; elevationes solis & Iridis simul sumptæ gradus quadraginta & unum adæquant. Sole elevato plusquam gradibus quadraginta & uno, nulla apparere potest Iris, nisi fortè oculo è cacumine montis subjectam vallem spectanti; Sole verò horizontem attingente Iridis vertex præcisè quadragesimum & unum gradum obtinet.



Sit oculus in A, Sol in B, intelligatur linea BAC, quæ erit per præcedentes axis coni in cujus superficie appatet Iris. Sit talia conus ADE, intelligatur planum verticale in quo Sol existit, sitque sectio illius horizontalis GAF; eritque BAG elevatio solis, DAF elevatio verticis Iridis.

Demonstratio. Angulus BAC, (*per* 9. *hujus*) est grad. 41. sed anguli DAF, BAG, æquales sunt angulo totali DAC, cùm anguli FAC, BAG ad verticem oppositi æquales sint: igitur anguli DAF, BAG, seu elevatio solis, & verticis Iridis adæquant præcisè gradus quadraginta & unum.

Ex quo ulterius sequitur quod si Sol elevaretur præcisè gradibus 41. Hoc est si angulus BAG esset 41. cum etiam angulus DAC sit totidem; lineæ DA, FA, coincident: & consequenter vertex Iridis in ipso horizonte erit. Si verò Sol pluribus attolleretur gradibus; tota Iris infra horizontem caderet; hoc est nulla gutta supra horizontem posita colores iridis exhiberet. Quia illæ solæ tales colores producunt, quæ in superficie prædicti coni versantur, qui totus infra horizontem cadit. Quia tamen qui in cacumine montis degit vallem habet infra suam lineam horizontalem positam, fieri posset, ut si præcisos esset undique montis vertex, ita ut vallem reliquæ montis partes non obumbrarent; fieri inquam posset,

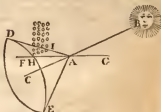
posset, ut solis elevatione quadraginta & unum gradus superante, aliquid tamen Iridis spectaretur.

Denique dum Sol horizontem attingit, linea ab eo per oculum ducta, quæ axis est coni, horizontalis est. Superficies autem ejusdem coni, distat undique ab axe gradibus 41. igitur elevabitur vertex Iridis totidem gradibus.

PROPOSITIO XIX.

Licèt Iris semper circularis appareat; realiter tamen sæpè hyperbolica, parabolica ellyptica est.

Sit oculus in A Sol in B, intelligamque conus aliquis cujus A vertex, axis B A C, sitque



triangulum per axem DAE, ita ut anguli DAC, CAE sint grad. 41. & pluvia decidens ita constituatur ut linea propiores oculo guttas connectens, non secet eorum suptadictum directè, sed obliquè, fitque H I: dico in tali casu Iridem non fore realiter circularem, sed aut hyperbolicam, aut parabolicam, aut ellypticam.

Demonstratio. Guttæ illustratæ à Sole, & in superficiem prædicti coni positæ colores Iridis exhibent (*per 9. hujus*) sed guttæ quæ in linea H I existunt, tales sunt. Primò quidem à Sole illuminantur, cum supponatur esse viciniores oculo, ita ut nullæ aliæ anteriores, aut solis lumen adimant, aut radios coloratos ab ipsis ad oculum productos impediant: igitur tota linea H I erit Iris; sed linea curva HI, obliquè ducta ad superficiem coni, aut hyperbolica, aut parabolica, aut ellyptica est; igitur nonnunquam Iris parabolica, hyperbolica, aut ellyptica est. Quod erat primum.

Quia tamen non ita depluit, ut stillæ decidentes, & Soli & oculo conspicuæ in eodem fint plano, sed sint aliæ aliis viciniores, Ideo puto Iridem non esse ita circulatem ut unicum planum efficiat; sed ex pluribos planis constare, non tamen ita ut lacunas possit oculus advertere.

COROLLARIUM.

Ex his omnibus colliges, dum dicitur Iris per reflexionem generari, non esse sumendam nubem per modum unius toralis corporis, & quasi speculi verticaliter extensi: neque enim in tali hypothesi observaretur æqualitas angulorum incidentiæ, & reflexionis; nam Sole verbi gratiâ horizontem occupante, nullus ad oculum radius reflecti posset: hæc igitur angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitas in singularum guttarum superficie concava spectanda est. Multò minùs credendum est aliquid obesse huic angulorum æqualitati, inæqualem brachiorum Iridis ab oculo distantiam: ostendimus enim quamcúmque guttam in superficie coni supra descripti positam, eum situm obtinere qui necessarius est ad Iridem generandam, atque adeo in ejus superficie concava, ab oculo aversa, ordinatam reflexionem accidere. Certum igitur sit axioma totam nubem non esse sumendam per modum unius plani; sed considerandas singulas guttas ex quibus coalescit. Eodem prorsus modo, quo explicuimus aliàs eam reflexionem, quam in scabris corporibus solaris radius patitur, quæ ut ad communes regulas revocetur, in singulis scabri corporis facieculis, non in toto corpore physicè licet plano, spectanda est.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Iris secundaria, à reflexione primaria non generatur.

Plurimæ haud dubiè sunt conjecturæ, quæ secundariam Iridem, suadent esse tantum primariæ imaginem; quæ in perlucida nube tanquam in speculo exprimatur. Sunt autem hæ.

Primò, contrarius colorum situs, nempe quod colores primariæ Iridis viciniores nubi reflectenti, viciniores habeant in iride secundaria similes colores; remotiores item, remotiorem ut ita dicam imaginem habeant.

Secundò quòd sint dilutiores in Iride secundaria colores: apposita autem videtur hujus decrementi causa reflexio, quæ in scabris præcipuè corporibus lumen debilitare solet.

Tertiò quòd licèt non semper utraque Iris appareat, vix tamen secundaris visa sit, quin prima conspicua esset; & ut plurimum si aliqua parte primaria deficiat, eàdem etiam secundaria obliteretur.

Assero tamen secundariam Iridem à prima nullo modo pendere, nec ullum radium à prima ad secundariam produci, qui ad oculum ita reflectatur, ut colores induat. Quod ut facilius intelligatur.

Revocandæ sunt experientiæ allatæ, nempe quod si sphæra vitrea aqua plena soli exponatur, sub angulo circiter 54 graduum apparebunt colores Iridis; sed dilutiores quam sub angulo graduum 41. immò & in contrario situ; nempe quod si angulus fiat major, procedatur à colore rubeo ad colorem cæruleum, cùm circa gradum 42. contrarium accidat. Notandum autem est, quod in prædicta sphæra colores sub tali angulo videantur, licèt immediatè à Sole radios, & à nolla alia sphæra reflexos excipiat; addimus quidem una reflexio, sed hoc, ut vidimus, accidit in concava ejusdem sphæræ superficie. Quare sub

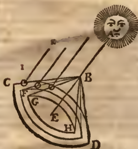
fub angulo grad. 54. apparet color cæruleus; fub minori viridis, & fub adhuc minori color rubeus. Ex quibus duplici argumento totam aſſertionem concludo, uno à posteriori, alio à priori.

Primum argumentum erit. Secundaria Iris fit immediatè à Sole; & non per reflexionem ortam ab iride primaria, si contingat aliquando secundariam Iridem videri, nullo modo visâ Iride primariâ; sed hoc accidere potest; nam si averso à Sole capite, sumptam in ore aquam ad modum fullonum dispergas, supra radium per fenestram apertam admissum; duplex spectabitur Iris primaria, & secundaria. Attollatur velum aliquod, ita ut radios solares ad primariam Iridem efformandam necessarios intercipiat, obliterabitur primaria Iris, perseverante secundariâ.

Idem experiri potes in fontibus in quibus aqua in minutissimas stillas dispergitur, iis autem eodem prorsus modò generatur Iris, quò in torrida nube; cùm utrobique sint eædem dispositiones.

Nec dubito quin nonnunquam etiam in nube id accidat, si nempè casu aliquo eveniret interjici nubem inter Solem, & locum in quo primaria Iris apparet, & non opponi secundariæ Iridi. Quod satis tamen est. Existimo item aliquando secundariam Iridem apparuisse sine prima, licèt hoc notatum non sit; quis enim nisi aliquis qui teneat optimè colorum ordinem id posset animadvertere.

Secundum argumentum erit tale. Supponatur



Sol esse in puncto A, oculus in B, supponaturque conus BCD, cujus axis sit linea ABE, & vertex B, sitque angulus CBE circiter 54 graduum; intelligatur alius conus eundem axem & verticem habens, sed cujus superficies, aut potius linea cujus ducta generatur, cum axe angulum conficiat paulò minorem. Item sit alius conus nempè GBH. Deinde supponatur, ita pluere ut tamen Sol luceat, qui sit supra horizontem elevatus paucioribus quam quinquaginta tribus gradibus. Ostendo in tali casu vi radiorum à Sole ad guttas in superficiebus talium conorum incidentes, secundariam Iridem apparituram. Supponantur enim plurimæ guttæ in superficiem primi coni incidere; ostendo in iis omnibus colorem cæruleum apparituram. Sit enim gutta I; (quod autem de ea probabo de aliis omnibus in eâdem superficie positis, probatum intellige,) ab ea ad oculum B ducatur linea IB, intelligatur item radius KI, à Sole procedens; qui propter immensam Solis à terra distantiam axi AB parallelus erit.

Demonstratio. Omnis gutta ita disposita, ut lineæ ab oculo, & à Sole ad ipsam ductæ angulum graduum 54. comprehendant, colorem cæruleum exhibent (*per* 11. *hujus*) nempè per duplicem refractionem & reflexionem, in eadem gutta factam; sed angulus KIB est graduum 54. cùm enim lineæ KI, AB supponantur physicè parallelæ, erunt (*per* 28.1.) anguli alterni KIB, IBE æquales; sed IBE supponitur esse graduum 54. ergo & KIB erit totidem graduum. Ergo in gutta I, & aliis omnibus in superficie primi coni existentibus apparebit color cæruleus, & consequenter illæ omnes guttæ orbicularem Iridem exhibebunt.

Eodem modo probabo, omnes guttas in superficie secundi coni existentes, colorem viridem exhibituras; & tertii rubeum, & hoc radiis immediatè à Sole ad guttas productis, & ab iis post duplicem in iisdem guttis refractionem, & reflexionem ad oculum remissis. Neque ulteriùs aliquid requirendum est.

Ex rationibus autem dubitandi validam etiam ad nostram sententiam robotandam rationem deducam.

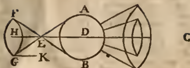
Nam quod contrarius sit in utráque Iride colorum ordo, probat quidem unam addi reflexionem, non tamen radios ab Iride primaria procedere. Nam ut primò notavi nimis imminuerentur radii, in primaria Iride colorati, si à nube quasi à speculo scabro remitterentur. Fateor quidem posse Iridem à speculo terso reflecti, nonnunquam illam in flumine spectavi. Nego tamen in nube videri posse. Ad id verò quod dicitur, notam hujusmodi reflexionis esse diversitatem ordinis colorum. Contra quia si hæc lex observaretur, ut objecta quæ sunt ab ea nube reflectenta remotiora, viderentur magis recedere ab invicem, quare Iridis brachia hanc legem non observant; hoc est quare, ut in speculis planis accidit Iridis secundariæ brachia, in cœlum non protendentur. Si enim dicas ideo id non accidere quod nubes reflectens non sit plana; sed urgeo, ergo neque in colorum alternatione, ea lex valere debet, quæ planorum tantum speculorum propria est. Addo ulteriùs quod cum nubium textura, nec sit æquabilis nec certam figuram obtineat, nunquam circularis esse deberet secundaria Iris, atque adeo nec primæ concentrica; sed nullâ certâ lege, nubis reflectentis figuram imitari.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

De Coronis.

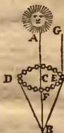
Coronæ, & Halones sunt circuli colorati, & sæpè



sæpè subalbicantes, circa Solem, aut Lunam conspicui. Horum generatio difficilis non est supponitis ut priùs aliquibus experientiis. Si enim sphæram crystallinam, aut vitream aquâ plenam Soli opponas, qualis est sphæra AB, Soli C, exposita; non tantum versus partes anteriores duplex erit conus cujus lymbus coloratus est. Minor ejus superficies cum axe angulum gradnum quadraginta, & unius comprehendit, & major cujus item superficies angulum comprehendit graduum quinquaginta quatuor; sed etiam in parte opposita, fit conus propter unionem radiorum omnium in puncto E, post quam rursus fit alius conos contrapositus EFG, cujus lymbus FG, coloratus est ita ut & in charta opposita colores appareant; & collocatos in illius coni superficie oculos coloratum Solem videat. Supponatur ergo oculus in puncto G, notatum est experientia angulum HEG esse graduum 23. seu ductâ lineâ GK ab oculo G, ad Solem quæ physicè parallela erit axi HDC, angulus EGK erit pariter graduum 23. In quo notandum pariter est solam extremitatem, seu radios extremos colores iridis exprimere quâ positâ experientiâ, facilè coronæ generatio demonstrabitur.

Quoties igitur nubium textura, ita subtilis est, ut Solis, aut Lunæ radios non omnino intercipiat; aliquam tamen densitatem habeat, toties corona circa Solem aut Lunam decireinatur.

Tunc enim colores Iridis in aliqua gutta apparere debent, (*per precedentem suppositionem*,) quoties lineæ ab oculo ad guttam, & ad Solem ductæ angulum graduum 23 comprehendent. Sit



igitur Sol in A; oculus in B; cogitetur conus DBE, ita ut in quolibet triangulo per axem, angulus sit 46 graduum, nempè DBE, & consequenter dimidius angulus nempè CBE sit grad. 23. & hic conos intelligatur produci usque ad nubem: seu vaporem illum roridum. Illius basis in nube sit DFE aut realiter circularis, si nempè nubis superficies sit ad axem recta; aut certè apparenter circularis, eò quòd sub æqualibus angulis, distare ab axe videatur. Omnes guttæ in ea superficie existentes, cum situm habent qui requiritur, ut colores exhibeant, ergo tractus aliquis Circularis videbitur coloratus, ita ut si moveatur Sol, & Luna, corona simili ratione astrum comitetur. Et de facto sæpè vidi ante Lunam orientem coronam cum ipsa supra horizontem ascendere, & post illam occidere.

Si quis rationem exigat cur sub tali potiùs angulo nempè graduum 23 cum dimidio, quàm sub quocúmque alio majori aut minori, colores appareant, diximus supra. Notare igitur potes cur circularis appareat corona, quia nempè solæ guttæ in supra descripti coni superficie positæ, eum situm obtinent, qui necessarius est, ut in iis appareant colores, nempè ut angulus in oculo à radio solis directo, & à linea ad guttam ducta sit graduum 23. aut si velis angulum in gutta efformatum considerare comprehensum linea GE à Sole ad ipsam ductâ, & à linea BE. Pariter ad guttam ab oculo ducta, angulum scilicet GEB, erit graduum 157.

Ratio autem cur dilutissimi sint colores coronæ, & dilutiores quam primariæ Iridis, primò experientia constat in sphæris vitreis, radium qui duplici tantum refractione coloratur, dilutiorem esse. Secundò corona in guttis grandioribus non efformatur, sed in minutissimo vapore, si enim grandiores essent guttæ, cum efformetur corona prope Solem, eum ita obnubilaret, ut à nube ex qua tales guttæ deciderent, omnis radiis solaribus transitus negaretur. Ideóque non potest fieri posse nisi forsitan oriente Sole, & occidente ut corona in guttis omnino formatis appareat. Certum autem est quod in tenui vapore vix benè apparere possint colores; quod & in Iride notavi. Vidi ego Arelate ineunte verè, cum matutinis horis prope Rhodanum obambularem, in parte occidua Iridem non in rorida nube, sed in tenui vapore, quæ nullos ferè colores, sed subalbicantem tantum circulum in rubeum colorem desinentem exhibebat; eò quòd nullæ essent guttæ; sed tenuissimus tantum vapor. Cùm igitur fieri non possit, ut immediatè infra Solem decidat pluvia, & nubes à qua depluit, ejus radios non impediat, corona non insignibus fulgebit coloribus, sed dilutioribus tantum.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Corona lucernarum in ipsis oculis efformantur.

Quamvis ratio suadere videatur, in aëre vapido, eodem modo circa lucernas generari posse coronas quo circa Solem & Lunam producuntur, nihilominus tamen cum sæpè expertus sim, etiam in cubiculis, vapore, ex aqua calida, prodeunte plenis eas nunquam videri; dicendum est aut vaporem

tem eum esse nimis tenuem, aut propter aliam rationem impediri illarum generationem. Unde licet asserere coronas hujusmodi in ipsis intuentium oculis efformari, & primò quidem conjecturas afferam satis convincentes. Nempe quod lippi, & ii quibus humidi sunt oculi coronas videant, item qui à somno recenter surgunt.

Secundò qui hujusmodi lucernas spectant, si oculos detergant, aut excutiant, manentibus reliquis omnibus iisdem, nempe eodem aëre, eas tamen ampliùs videre non possunt.



Tertiò in aëre nullo modo vapido, sed rarissimo, & tenui sæpè contingunt, ut aliquando expertus sum; in cubiculo nempe undique clauso. Quod si potius austro flante, & humente nonnihil aëre, potiùs contingant, quàm alio quocumque tempore; ideo quia tunc humidiores sunt oculi humore scilicet oculis adhærente.

Omitto alias rationes ut invalidas, qualis est hæc quod pyramidales apparere deberent, & flammæ figuram imitari; neque enim circa Lunam corniculatam alterius figuræ apparet, corona, quàm circa plenam; neque si attentius modum nostrum explicandi perpendas, invenies unquam, nos coronarum rotunditatem in astrorum figuram refudisse, sed tantum in guttarum sinum, nempe quod illæ tantum similem angulum continerent, quæ in superficie coni ex oculo ut ita dicam prodeuntis, in cujus axe versaretur astrum, sitæ essent.

Dicendum est igitur oculis lippientium, adhærere humorem aliquem, præcipuè verò ciliis, alii volunt etiam guttulas aliquas ipsi uveæ adhærescere, quod tamen difficilius puto, eò quòd uvee jam humori aqueo innaret, ideóque non videtur quis humor, ita concrescere possit, ut non cum eodem humore aqueo confundatur. Adde quod si detergantur oculi, excutitur humor, quod difficilius esset si intra oculum ipsam uveam inficeret. Dico ergo quod guttæ tenues, & ciliis & ipsi corneæ adhærentes, ita lucernarum radios refringere possint, ut colores aliquos induant, quod autem cornea humida esse possit facilè ostendo experientiâ. Ego qui dum à longe faces accensas inspicio, in iis omnes oculorum meorum defectus animadverto, peregrinas nonnunquam maculas deprehendo, quæ nihil sunt aliud, nisi guttæ adhærentes corneæ, quæ in lucernarum flamma ad modum bullarum spectantur; & quæ oculis detersis evanescunt.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

De Pareliis.

Nihil admodum certi in hac materia concludam, defectu observationum, ego enim parelium nunquam vidi, qui si tale quid sæpius mihi videre contigisset, ex variis circumstantiis veritatem venarer; & quod mirum est ita intricatæ sunt aliorum observationes, ut nihil solidi statuere liceat.

Refert Cardanus l. 14. varietatum cap. 70. tres soles à se visos Venetiis, vidi (*inquit*) *anno* 1532. *die Aprilis hora diei secunda, tres soles tam conspicuos, ac splendidos Venetiis, ut intueri nequaquam possens, qui ad solis lævam habebatur valde lucidior majorque ac splendidior visus est; versus austrum, qui vere ad dextram boream versus spectabat minor, nec tam splendens. Hunc tamen in fine magis perseverantem auctúmque animadvertimus; sic tamen ut ambo simul desiisse visi sint. Utérque maximos radios per cœlum, & ad terram extendebat, colore omnium ad rubedinem declinante. Hæc à me visa plusquam* 2000. *testibus, spectantibus, nam ædis Sancti Marci aream compleverant cives.* Hæc illa.

Sed quam manca sit hæc relatio nemo non videt, debuerat enim nubium dispositionem notare; item an æquali inter se, intervallo aut à Sole parelia distarent, multaque alia hujusmodi, quæ ad veram pareliorum causam indagandam plurimum contulissent.

Rothamnus aliam refert observationem *anno* 1586. (inquit) 2. *Ianuarii conspeximus hic Cassellis parelia. Apparebat primum antequam Sol oriretur in aurora (erat enim cælum circa horizontem clarum columna erecta ad amussim in circulo verticali, latitudine ubique tantâ, quantâ apparebat diameter solis; incendium alicujus pagi, ultra montes dixisses, si vidisses, erat enim prorsus specie igneâ, tanquam flamma, nisi quod ubique ejusdem esset spissitudinis. Paulò post oriebatur in ea columna Idolum solis, non aliter, ac si esset Sol verus. Vix digitus de hoc Idolo adhuc sub horizonte latebat, cum in eâdem columna oriretur Sol verus: quem eodem modo subsequebatur aliud Idolum, permanebatque columna hac, cum tribus sub continuè se contingentibus solibus semper erecta in circulo verticali, erántque soles hi ejusdem forma, nisi quòd intermedius & verus reliquos fulgore antecelleret, durabátque cum ea columna ad quadrantem hora.*

Communiter autem duo tantum parelia simul videri affirmant nonnulli, licet Vicomercatus asserat anno 1525. à Rege Poloniæ 6 simul soles visos esse.

Asserunt item nonnulli parelia sæpe coronis cincta apparere. Quibus positis quæritur quomodo fiant circa parelia; quadruplicem autem modum comminisci tantum possumus; nempe reflexionem aut refractionem ordinatam, vel reflexionem, & refractionem inordinatam qualem in scabris corporibus fieri diximus.

Existimo autem fieri posse primò per reflexioné ordinatam, quod experientia comprobo. Sol in aqua, aut in speculo potest per reflexionem ordinatam ita spectari ut ejus imago prototypum perfectè imitetur; ergo si in nube eædem sint dispositiones quæ in aqua, aut speculo inveniuntur, poterit spectari Sol per reflexionem ordinatam.

Tota difficultas est an in nubibus æquabilitas illa partium, & lævor inveniri possit. Cum enim nubium textura videatur ex partibus non omnino unitis, sed in guttulas separatis coalescere, æquabilitatem respuit ad hoc reflexionis genus idoneam. Auget autem difficultatem experientia. Si enim nubes ad reflectendum essent idoneæ in iis subjectæ planitiei veriditatem, urbes, & flumina spectaremus. Si enim pro nubibus ingens aliquod substitueretur speculum hæc omnia reflexè spectaremus.

Nihilominus memini me alias à magistro meo philosophiæ audivisse, Vesulii in Burgundia, spectrum aliquod in nubibus visum esse; miles nempe armatus exerto gladio in aëre pendulus totam urbem perterrefecit. Cumque attentiùs à viris gravibus spectaretur, animadversum sanctum Michaëlem templi fastigio impositum, reflexè in nubibus spectari. Ex quo concludo nonnunquam parelia per reflexionem ordinatam fieri posse, licet admodum rarò. Quamvis autem vix unquam nubes in tantum lævorem explanentur, qui reflectendis aliis objectis sit aptus, potest tamen nonnunquam ad remittendos radios solares sufficere, cum enim Sol sit maximè visibilis, etiam si propter aliquam corporis reflectentis inæqualitatem plurimi radii alio reflectantur, possunt tamen sufficientes ad oculum determinandum remitti.

Addo tamen ulteriùs non omnia parelia per reflexionem ordinatam generari, sed aliqua per refractionem iridem ordinatam; tam enim bene videri potest Sol in alieno loco, per refractionem, quam per reflectionem. Plures requiri videntur dispositiones ad unum, quam ad aliud. Ex hoc genere videntur esse illa duo parelia supra recensita, quorum unum Solem orientem præibat, alterum verò sequebatur. Debuit autem nubes talem refractionem exhibens, esse admodum rara, & uniformiter extensa, neque multam habere crassitiem, ut per modum unius corporis, regularem refractionem causare possit.

Quod cum sit satis difficile, ideo, existimo probabilius parelium ex reflexione, & refractione inordinatis ut plurimùm oriri. Voco autem inordinatam refractionem eam quæ fit in corporibus, quæ partibus non uniformiter densis, nec æquabiliter extensis oritur; ut dum lumen per cancellos vitreos transmittitur, fit quidem refractio, sed ordinata; quando verò cancellos papyraceos pervadit, fit item refractio, sed inordinata. Inter utramque autem id intercedit discriminis, quod in prima plus luminis producatur, in certo & determinato loco, ad quem nempe refractio radium dirigit, in aliis locis sit parum admodum luminis. In secunda verò in omnem ferè partem lumen dispergatur; unde censentur papyracei cancelli commodiores vitreis, utpote qui lucem in omnem partem, & magis æquabiliter transmittant. Censeo igitur nubeculam aliquam rotundam ita perfundi posse radiis solaribus, & ita illuminari, ut videatur alter Sol, sive id fiat per refractionem, sive per reflectionem inordinatam tamen. Conjectura est, (conjecturis autem potius hic agendum puto, quam demonstratione neque enim sufficientes ad aliquid determinandum rationes suppetunt) quod hujusmodi parelia cincta coronis nonnunquam appareant, sed si per ordinatam fierent refractionem, fieri non posset ut apparerent coronis cincta, ad hoc enim necessarium est ut lumen ex parelio procedens, & coronam efformans, incidat in totum illum circulum atque adeo in omnem ferè partem remittatur; sed si remittatur in omnem partem non erit refractio ordinata: igitur parelium cinctum corona, si per refractionem generetur ea inordinata erit.

Idem proportione quâdam de reflexione dicendum est, nec habeo aliquid aliud quod ultra addam.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

De Virgis.

Duplicem invenio hujus vocis Virgæ acceptionem. Nonnulli enim Virgas vocant quemcúmque nubium tractum colores Iridis, & non figuram referentem, volunt autem hujusmodi tractum esse rectum, ut virga dici possit.

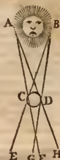
In hujusmodi acceptione non erit difficile harum virgarum naturam explicare. Assero enim nonnunquam à me notatas hujusmodi virgas esse Iridum, aut coronarum inchoationes, quarum cum minima portio, aliis deficientibus propter impedimentum, videretur, curvitas non appareret.

Potest item fieri ut nubecula figuram prismatis triangularis, aut aliam efformandis hujusmodi coloribus aptam induat, & consequenter eos referat. Licèt autem difficillimum putem nubem ex vapore ita uniformiter extenso coalescere, ut per modum unius corporis totalis considerari possit, eósque referat omnino colores, qui in trigono spectantur, nihilominus negare non possumus aliquando nubes colorem rubeum, aut croceum induere, & alios subinde, non tamen omnes, nec eo ordine qui in Iride, & coronis apparent.

Secunda acceptio in qua sumitur hæc vox Virga, sit ut significet solares radios, per hiatum nubium transmissos, & in loco umbroso apparentes, in quo nullam majorem difficultatem invenio, quam quod in cubiculum per fenestram admissus radius appareat, propter umbram, qua undique cingitur, qui in aëre libero, & luce perfuso non appareret. Addo tamen ulterius magis illustres videri hujusmodi radios cum in aërem vapidum incurrunt, quàm si in defæcatiorem inciderent; cujus ratio eadem est propter quam si excitetur pulvis in radio solari, fit magis conspicuus, eò quòd meliùs reflectatur ad oculum. Difficultas autem præcipua, quæ in hac materia occurrit est, quod hujusmodi virgæ videantur latiores prope terram, quàm in ipsis nubibus, cum tamen radii solares per hiatus extremitates ducti, videantur paralleli. Et primò quidem si de duabus virgis comparatis inter se sit quæstio, appareantque magis dissitæ dum solum attingunt quam dum è nubibus exeunt. Certum est oculum, & imaginationem hallucinari, eodémque modo errare quo longam porticum parallelis planis constantem, coarctari tamen judicamus, ut explicuimus in Optica, eò quòd nempe partes remotiores sub minori angulo videantur.

Si verò unicam tantum virgam seorsim spectemus præter superiorem hallucinationem quâ pars virgæ oculo vicinior, major cæteris paribus appareat; assero præterea revera latiorem esse.

Licèt enim radii qui ab eadem solis parte procedunt, & per extremitates hiatus traducuntur sint physicè paralleli, propter immensam solis à terra distantiam, ad quam hiatus diameter nullam habet sensibilem rationem; si tamen comparentur radii ab utroque solis lymbo, per foraminis extremitates transmissi illi physicè paralleli non sunt, sed angulum minut. 30. seu semigradûs comprehendunt, propter quam rationem radius per foramina transmissus & angetur, & fit rotundus ut jam alias explicuimus. Immò puto ideo Cometarum caudas sensim in latum se diffundere, & versus finem scoparum similitudinem imitari.



Ut si sit Sol AB, nubium hiatus CD, per extremitatem C duplex radius producitur ACF, BCE, quæ angulum in puncto C minutorum 30 comprehendunt, & recedunt ab invicem. Illi enim tantum physicè sunt paralleli, qui ab eadem solis parte procedunt; quales sunt AF, AH, aut BE, BG. Neque puto in eo maximam esse difficultatem.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Possunt Irides esse extraordinariæ.

Quamvis supra sufficienter explicuerimus Iridum generationem, variasque proprietates, quia tamen variæ ab aliquibus authoribus Irides referuntur, ideo hîc aliqua attexenda censui. Et primò quidem jam ostendi supra posse Irides non esse circulares, sed omnem sectionem conicam imitari posse. Secundò etiamsi nonnunquam circulares sint, apparere tamen non circulares, eò quòd aut unum earum brachium perfectius sit, aut colore meliori perfusum, in quo mera est hallucinatio. Addo tamen ulteriùs fieri posse ut propter ventorum vehementiam alteretur guttarum figura, & consequenter non jam sub iisdem angulis spectentur colores Iridis; quia tamen incerta sunt quæ referuntur à multis nihil etiam certi circa earum figuras constitui posse existimo.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Cur Sol prope horizontem, & major & ovalis figura appareat.

Multa de Sole humili, & sublimi disputata sunt à multis. Gassendus de hac materia dissertationem integram habet. Facilis videtur solutio hujus quæstionis aliquibus, cum enim videant objecta trans lentes convexas spectata majora apparere, anthmosphæram etiam cogitent circa terram sphæricè fusam, putant Solem per athmosphæram spectatum, sub majori angulo videndum; ejusque apparentiam augendam esse. Sed ratiocinium deficit, comparat enim objecta visa trans lentem convexam, ab oculo extra centrum lentium posito, cum objecto viso trans athmosphæram ab oculo in centro, aut saltem in axe athmosphæræ constituto. Ostendo autem casus esse omnino differentes, neque propter athmosphæram augendam esse solis apparentiam.

Dicu Sol prope horizontem positus, sub minori angulo apparet, quam magis elevatus. Et primò ostendo refractionem imminuere ejus apparentem diametrum. Sit ergo zenith A, Sol cujus diameter BC, sint circuli verticales AB, AC, per extremitates solis B, & C transeuntes. Refractio attollet apparentiam punctorum B, & C non tamen extrahet illam, extra circulum verticalem. Neque enim est potior ratio cur in unam potius partem eam abducat quam in aliam. Adde quod, si ex centro terræ per punctum B intelligatur duci linea, hæc erit perpendicularis, ad communem superficiem atmosphæræ & ætheris, & erit in eodem circulo verticali, in quo etiam oculus: ergo ut explicuimus supra primo libro, non potest refractio ponere objectum extra illud planum. Atque hoc omnes Astronomi tanquam verissimum assumunt, nempe refractionem attollere quidem sydus, sed semper in eodem circulo verticali, quare puncta solis extrema B, & C attollentur vi refractionis in D, & E, ita ut apparens diameter sit DE, inter eosdem verticales comprehensa. Sed DE minor est quam BC, arcus enim parallelorum horizonti inter duos verticales comprehensi, sunt simililes, quia tamen circuli sunt minores qui zenith, seu vertici sunt propiores, erit DE, minor quàm



quàm BC. Adde quod Sol sit nobis vicinior dum magis elevatur, quam dum est propè horizontem



(*per* 21.3.) quod tamen in Sole est nullius momenti, in Luna non item; ergo Sol humilis sub minori angulo spectatur quam deberet. Si verò altius provehatur cum refractio cesset, ejus apparens diameter unica erit.

Favent experientiæ, nam si angulum sub quo spectatur Sol metiaris, deprehendes minorem si fuerit prope horizontem. Quam si Sol fuerit sublimis, tales profert Gassendus à se factas, instrumento ad id excogitato. Item si telescopio Solem spectes, præcipuè reti aliquo filati instructo ut explicuimus supra, deprehendes ejus diametrum ut plurimum minorem, denique quibuscumque methodis Solis diametrum apparentem metiatis idem semper deprehendes.

Respondendum tamen est experientiæ communi, quà ad sensum Sol videtur major propè horizontem. Suppono autem imaginem solis in retina vi crystallini depingi, radiis ad eamdem solis partem pertinentibus, in eadem parte retinæ concurrentibus, hi radii non in eadem præcisè parte uniuntur, præcipuè dum crystallinus humor, pupillâ magis apertâ, magis detegitur: ex quo fit ut imago solis tunc confusior quidem, sed major evadat, radiis hinc inde exorbitantibus; qui si minus aperiatur pupilla castigantur. Cum autem minor est solis fulgor, magis aperitur, ita de nocte sic aperta est, ut propterea imago stellarum, quæ in retina depingitur, multò major evadat, quam earum magnitudo exigat, propter radios exorbitantes, & adscititium illud capillitium efformantes. Cùm igitur Sol in horizonte, non ita fulgeat, ac quando sublimiùs attollitur, retina magis aperitur, & consequenter imago solis in retina major est, confusior tamen. Nam cum radii solares sint maximè lucidi, quantumlibet remissi in retinam incidant, sufficienter eam ad videndum determinant. Quod autem id procedat ex mutatione pupillæ, facilè ostenditur: si enim instrumento utaris, in quo pupillæ ampliatio nihil efficiat solis in horizonte positi diameter visa, non major erit, quam altioris. Pariter si telescopium adhibeas, adscititium illud pupillæ ampliatæ capillitium detergentis, non invenies solis diametrum majorem. Si tamen propter refractionem in athmosphæra factam, major videretur Sol, etiam telescopio adhibito major appareret.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

De Crepusculo, & aurora.

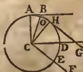
Plurimi crepusculum, & auroram radiis in athmosphæra fractis, & ad nos remissis tribuunt. Non est tamen ulla refractio in tali situ, quæ plusquam semigradum sydera elevet. Cum tamen radii isti crepusculum, & auroram generantes, ad nos perveniant Sole 18 gradibus infra horizontem depresso. Secundò si isti radii per refractionem ad nos pervenirent, Solem exhibere deberent. Non tamen in crepusculo, & aurora Solem videmus. Dico ergo crepusculum, & auroram generari à radiis, per reflexionem inordinatam ad nos pervenientibus. Cum enim athmosphæra constet partibus inæquabiliter fusis, & halitibus valdè heterogeneis, lumen remittere potest in omnem partem, eò modò quo radius solaris in murum impingens, in omnem partem remittitur. Cum ergo primum partes athmosphæræ, quæ in horizonte nostro visibili positæ sunt illustrari à Sole incipiunt, ad nos usque lumen aliquod remittunt, & incipit aurora. Non illustrantur autem continuò; cum enim ad magnam altitudinem non ascendat athmosphæra, terræ convexitas impedit quo minus eæ partes quæ in horizonte nostro visibili positæ sunt illuminentur, donec Sol propius ad horizontem accesserit: quod adhuc melius ex sequenti propositione intelligetur.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

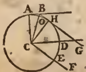
Determinare altitudinem athmosphæræ, ex duratione auroræ & crepusculi.

Suppono initium auroræ esse cum Sol attigerit circulum horizonti parallelum. Ponatur ergo



horizon sensibilis A B, rationalis C D, Sol infra horizontem

horizontem depressus 18 gradibus, hoc est, fit



arcus DE grad. 18, intelligatur linea à Sole ducta, quæ terram tangat in H, hæc erit parallela lineæ C F, propter immensam Solis à terra distantiam, & cum Sol ex utráque parte quadrantem illuminet, erit E H quadrans, & arcus ED, AH grad. 18. Est ergo arcus AH, graduum 18, sunt autem B H, B A æquales, & arcus AO, O H æquales, quare arcus AO est 9. graduum, quæritur linea O B, quæ est excessus secantis C B, supra radium C O, quære in tabula secantium excessum illum secantis supra radium, invenies 124651. qualium radius est 10000000. Si ergo fiat ut radius ad 124651. ita radius terræ in milliaribus nempe circiter 3600. ad quartum, inveniésque 44 milliaria, ad quæ protenduntur halitus reflexivi luminis. Quod quærebatur.

FINIS TOMI TERTII.